



亚锐电子(南京)有限公司

3400A 函数/任意波形产生器



印制年月: 2009.03

目录

目录.....	2
1.1 功能全览.....	5
1.2 保固信息.....	6
1.3 操作注意事项.....	7
1.4 保养事项.....	7
1.5 安全信息.....	7
1.6 符号与术语.....	8
1.7 套装清点.....	9
1.8 基本配件及选购.....	9
2 全览.....	10
2.1 调整把手.....	10
2.2 出厂设定.....	12
2.3 3400A 操作面板.....	15
2.3.1 前面版.....	15
3 一般操作.....	17
3.1 图形(GRAPH)模式.....	17
3.2 数值/英文字母输入.....	17
3.3 选择输出波形.....	18
3.4 设定输出频率/周期.....	19
3.5 设定输出振幅.....	20
3.6 设定直流偏移电位.....	22
3.7 设定高阶电位及低阶电位.....	23
3.8 设定波形极性WAVEFORM POLARITY.....	23
3.9 设定输出终端(OUTPUT TERMINATION).....	24
3.10 开启/关闭电位自动选取范围.....	25
3.11 输出接头控制.....	25
3.12 开启/关闭SYNC OUT SIGNAL.....	26
3.13 重新加载出厂默认值.....	27
4 波型输出操作.....	29
4.1 弦波(SINE WAVE).....	29
4.2 方波(SQUARE WAVE).....	29
4.3 斜波(RAMP WAVE).....	31
4.4 杂波(NOISE WAVEFORM).....	32
4.5 脉冲(PULSE WAVEFORM).....	32

4.6 自创任意波(ARBITRARY WAVEFORM).....	34
4.7 振幅调变(AMPLITUDE MODULATION)	36
4.8 频率调变(FREQUENCY MODULATION).....	38
4.9 相位调变(PHASE MODULATION)	40
4.10 FSK 调变.....	42
4.11 脉宽调变(PWM)	44
4.12 频率扫描(FREQUENCY SWEEP)	46
4.13 丛发(BURST OPERATION)	49
4.14 PATTERN 输出.....	53
5 系统操作.....	60
5.1 触发(TRIGGERING)	60
5.2 储存仪器状态.....	62
5.3 显示模式控制.....	64
5.4 蜂鸣器.....	65
5.5 音效	65
5.6 错误讯息.....	65
5.7 校正	66
6 远程接口操作.....	67
6.1 远程接口设定.....	67
6.1.1 USB 界面.....	67
6.1.2 GPIB 界面.....	67
6.1.3 LAN 界面.....	67
6.2 远程接口指令.....	70
7 错误讯息.....	80
7.1 指令错误(COMMAND ERRORS).....	81
7.2 执行错误(EXECUTION ERRORS).....	82
7.3 装置相关错误(DEVICE DEPENDENT ERRORS)	90
7.4 询问错误(QUERY ERRORS).....	91
7.5 仪器错误(INSTRUMENT ERRORS)	91
7.6 自我测试错误(SELF-TEST ERRORS).....	92
7.7 校正错误(CALIBRATION ERRORS)	92
7.8 任意波错误(ARBITRARY WAVEFORM ERRORS).....	93
附錄.....	95
A 规格列表.....	96
B 远程接口参考资料.....	102

<i>B.1 SCPI</i> 语言介绍.....	102
B.1.1 本手册中常见的指令形式.....	102
B.1.2 指令分隔符号.....	103
B.1.3 <i>MIN</i> 和 <i>MAX</i> 参数的使用.....	103
B.1.4 询问型参数的设定.....	104
B.1.5 SCPI 指令终结.....	104
B.1.6 IEEE-488.2 常用指令.....	104
B.1.7 SCPI 参数类型.....	105
<i>B.2</i> 输出资料格式.....	105
<i>B.3</i> 指令参考资料.....	106
-- A 到 F --.....	106
-- A --.....	106
-- B --.....	108
-- C --.....	110
-- D --.....	111
-- F --.....	114
-- I to O --.....	121
-- I -.....	121
-- L --.....	121
-- M -.....	121
-- O --.....	122
-- P to Z --.....	124
-- P --.....	124
-- R --.....	129
-- S --.....	129
-- T --.....	131
-- U --.....	132
-- V --.....	133
-- W -.....	136
<i>B.4 SCPI</i> 兼容信息.....	136
<i>B.5 IEEE-488</i> 兼容信息.....	136
<i>B.6</i> 用 <i>Device Clear</i> 停止测量.....	137
C. 仪器规格.....	138
D. 应用程序范例.....	139

1 一般信息

本章节包含了ARRAY 3400A 波型产生器的一般信息，其内容如下：

- 功能全览
- 保固信息
- 操作注意事项
- 保养事项
- 安全信息
- 符号与术语
- 套装清点
- 选购配备和零件

任何保固、服务及技术支持，均可透过以下方式与**ARRAY CORP.**联系。

电话: **025-52081556**

网页<http://www.array.com.cn>

电子邮件 sales@array.com.cn or shirley@array.com.cn

1.1 功能全览

3400A 具备以下各项特色：

- 50 MHz 弦波及 25 MHz 方波。
- 14-bits, 125 MSa/s, 256 k-point 任意波。
- 脉冲(Pulse)、斜波(ramp)、杂波(noise) 及直流波(dc)。
- AM、FM、PM、FSK 及 PWM 调变功能。
- 线性及对数频率扫描及丛发功能。
- 内建external timebase(10MHz +/- 500Hz) synchronization。
- 16 位pattern out with a synchronized clock (up to 50MHz)。

- USB、LAN 及 GPIB (选购)接头。
- 图形显像模式提供便利的參數检视。
- 非挥发性内存可储存至多4 个波型。
- 旋钮及按键提供便利的操作。
- 提供免费及便于使用的PC 应用软件。

※ 注记：完整的 3400A 规格将列于附錄A 中。

1.2 保固信息

若本仪器以非使用手册所建议的方式进行操作，则不受保固条款所保护。

- 1、 保固：ARRAY 公司保证此产品在出厂时通过并符合对外所发表的规格。在适当的安装下，本产品应能正常操作。
- 2、 保固期：本产品自送达日起一年内不应有制造上或是原料上的瑕疵。在一年的保固期内若出现问题，只要能证明为此類瑕疵，ARRAY 均会负责维修。在需要修復或保固服务时，顾客必须将本产品退回ARRAY 指定的服务中心，或与代理商取得聯系。
- 3、 不包括于保固条款中的项目：所有消耗性材料(保险丝、USB 连接线、按钮及继电器)都不包括在保固范围内。也不包括产品因为使用者不当使用及維護、不依照产品安全规范或任意改装而发生的故障。
- 4、 备注：
 - 上述保固条款是本公司提供唯一正式的保固說明，并无任何其它明述或隐喻的条款。
 - 此处提供的维护为买方唯一的方式。ARRAY 对任何直接、间接、及意外造成的损坏，并不提供保固。

保固范围

- 1、 上述保固条款并不包括产品因为使用者不当使用、不依照产品安全规范，或任意改装而发生的故障。
- 2、 除非本文件其它处作有說明，否则本保固条款并不包括保险丝及其它正常使用损耗，也不包括因使用不当而造成的损坏。
- 3、 本保固条款不包括任何直接、间接、及意外造成的损坏。
- 4、 上述保固条款是本公司提供唯一正式的保固，并无任何其它明述或隐喻的条款。ARRAY 对产品商用性，质量满意度或特定用途适用性项目不提供任何保证。

1.3 操作注意事项

- 在操作本仪器前请仔细阅读此手册。
- 此手册为参考之用，如需进一步的协助请与当地服务人员联系。
- 本手册内容可由制造商随时修改，不会另行通知。
- 切勿由非专业人员拆解本设备，否则将可能损坏仪器。
- 仪器出厂前，均经严格测试。虽然如此，仍不应在可能产生危险的地方操作。
- 本产品应放置在安全区域以防未经许可人士使用。
- 后方保护输入端须确实接地，以免触电。
- 专利和相关档为ARRAY CORP 所有，未经许可请勿擅自使用。

1.4 保养事项

- 虽然3400A 耐用，操作时仍需留意。
- 将3400A 置于干燥的环境中。
- 每年均应校正一次，相关资料请与当地服务人员联系。
- 如发生不正常的显示或哔声，请立即停止使用本仪器。
- 请勿于挥发性或易燃性气体附近操作本仪器。
- 清洁时，请使用干燥而洁净的布擦拭仪器表面。

1.5 安全信息



请注意！在使用本产品前，请仔细阅读下列安全事项以确保产品使用上的安全。

为了避免可能遭受到的触电危险或伤害，请务必遵守下列注意事项：

- 请检查产品是否完整，并请依照本产品所提供的使用手册来操作。如果您在任何时间发现本产品机壳外表已损坏，请立即停止使用。并与本公司经销商取得联系，告知服务人员您的状况，以方便提供产品的替换服务。
- 波型产生器应确实接地，以免触电。

- 请依照本产品所订规格范围内进行操作，请勿给予过量电压以策安全。
- 若需打开仪器外壳或换任何零件，请依照本使用手册的指示，非专业人员请勿进行此动作。
- 本仪器的主要电源供应模块使用**3.15A/250V** 的保险丝，若需替换，请务必使用同型同级(**BUSSMANN F3.15A250V**) 产品，以确保安全。
- 当产品有问题时，请立即切断电源，停止使用并请您与所属的经销商联络，以取得维修信息及服务。

1.6 符号与术语



危险指示，请务必依照说明进行操作。



高电压，使用不当将造成触电、伤害或甚至伤亡。



实际接地。



保护传导输入端。



Underwriters Laboratories®。



仪表接地。



表示此产品符合欧洲安全健康环境及消费者保护法规。

1.7 套装清点

您的波形产生器套装应有以下各项对象：

- 一部 3400A 波形产生器，（107(高) x 224 (宽) x 380(长) mm，重约 3.6公斤）。
- 电源线一条。
- USB 连接线一条。
- pattern generator 缆线一条。
- 光盘片一片(内含产品电子手册、应用软件)。
- 使用者选购之附加配件。
- GPIB 适配卡 (选购)。

1.8 基本配件及选购

ARRAY 提供下列选购配件，可与 3400A 配合使用，见表**1-1**。

配件名称	配件编号
GPIB Card	M5100A-opt04

表 **1-1** 配件列表

2 全览

本章节将全览3400A 波形产生器的基本功能使用者在阅读后应能对本仪器有初步的了解，本产品出厂时通过均通过专业测试，若发现产品有任何缺陷或零件缺少，请立即与当地服务人员联系，切勿试图操作仪器。

2.1 调整把手

请依照下列图示操作來调整电表上的手提把手。

I. 分离把手：

【步骤一】(把手转向) 将把手向上转动与仪器成90度垂直(调整前，先将把手向两侧稍微拉出，才能转动把手)。如图 **2-1**。

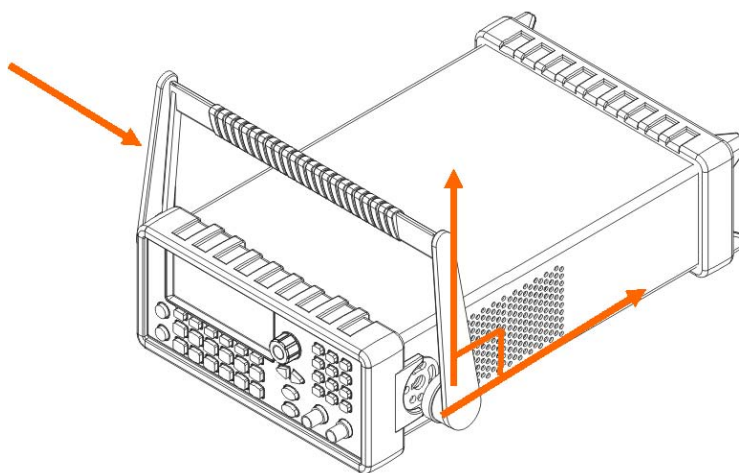


图 2-1

【步骤二】(拉出把手) 当仪器把手向上与地呈90度时，将把手两端向外拉出即可从机体分离。如图 **2-2**。

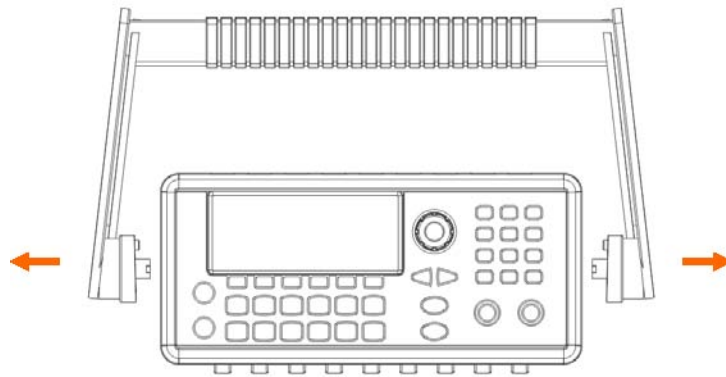


图 2-2

II. 调整手提把手位置，方便使用：针对不同需求，以下提供數种把手位置以供参考

【位置 1】把手向下斜放--便于装箱。如图2-3。

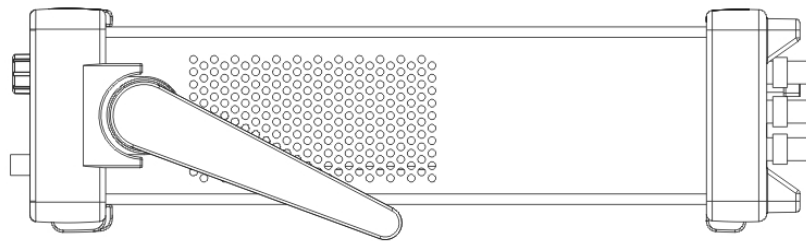


图2-3

【位置 2】把手向前倾--以便于操作时屏幕观测。如图2-4。

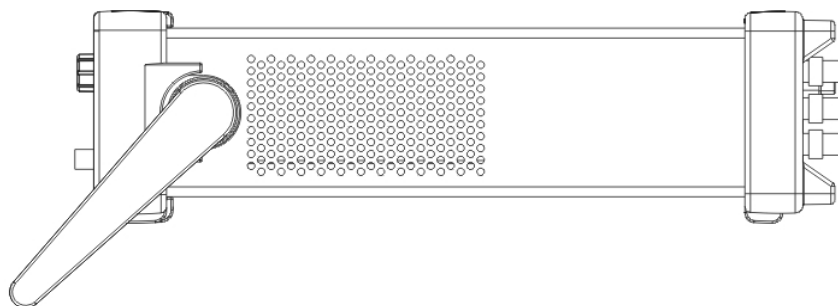


图2-4

【位置 3】把手向前平放--以方便手提。如图2-5。

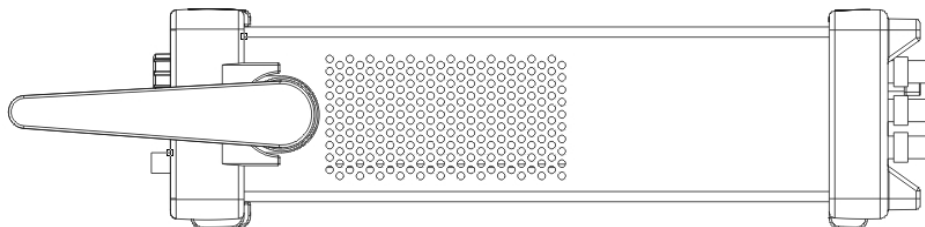


图2-5

2.2 出厂设定

表 2-1 列出3400A 首次开机时的各预设出厂值。

项目	默认值
波形	弦波
频率	1 kHz
振幅/偏移(Amplitude/Offset)	100 mVpp/0.000Vdc
输出单位	Vpp
输出终端(Output Termination)	50Ω
自动范围	开启
调变	
载波	1 kHz 弦波(AM, FM, PM, FSK)
	1 kHz 脉冲(PWM)
调变波(AM)	100 Hz 弦波

调变波(PM, FM, PWM)	10 Hz 弦波
AM 深度(Depth)	100%
FM 偏移	100 Hz
PM 偏移	180 degrees
FSK 跳跃频率(Hop Frequency)	100 Hz
FSK 速率	10 Hz
PWM 宽度偏移	10 μ s
调变状态	关闭
频率扫描 (Sweep)	
起始/停止(Start/Stop) Frequency	100 Hz/1 kHz
频率扫描时间	1 sec.
频率扫描模式	线性
频率扫描状态	关闭
丛发	
丛发數	1 Cycle
丛发周期	10 ms
丛发起始相位	0 degree
丛发状态	关闭
系统相关操作	

回復关机前状态(Power-Down Recall)	关闭
屏幕显示	开启
错误串	0 错误
储存状态, 储存任意波	
Output 接头状态	关闭
触发操作	

触发源	内部 (立即)
远程接口设定	
GPIB 地址	10
DHCP	开启
IP地址	169.254.02.020
子网路屏蔽(Subnet Mask)	255.255.0.0
预设网关	0.0.0.0
DNS服务器	0.0.0.0
主机名称(Host Name)	无
网域名称(Domain Name)	无

表 2-1 出厂设定

2.3 3400A 操作面板

本章节涵盖3400A 波型产生器所有的接头及按钮的简介。

2.3.1 前面版



图2-6

1. 电源开关
2. 图形模式切换键
3. 目录操作键(灰色)
4. 波形选择按钮
5. 调变/频率扫描/丛发按钮
6. 存取功能按钮
7. 多用途工具目录按钮
8. 查询键
9. 旋钮
10. 游标控制键
11. 手动触发键
12. 输出按钮
13. 数字键盘
14. 同步输出接头
15. 主讯号输出接头

※ 注记：使用目录操作键时，请确认所作的选择已被反白显示，才表示操作完成。

2.3.2 后面版

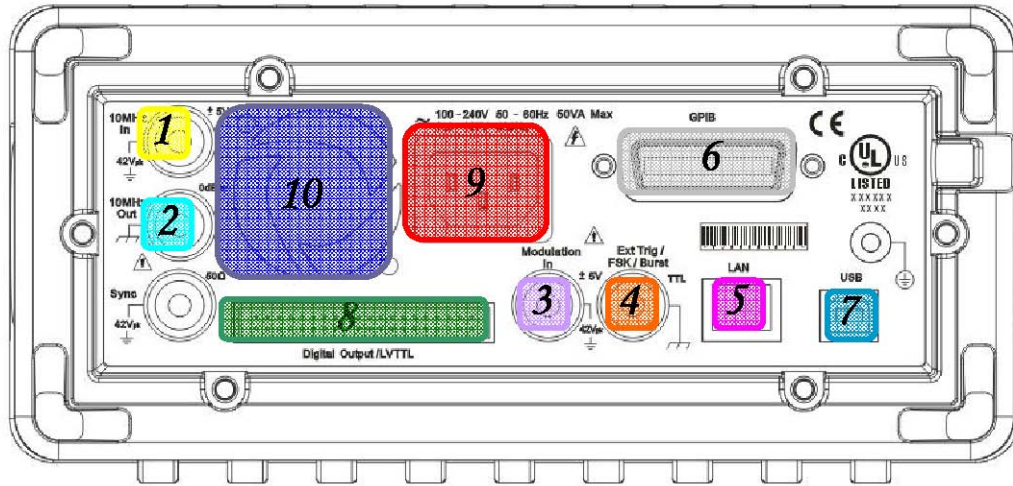


圖 2-7

1. 10MHz In (外部10 MHz 參考輸入) 接头
2. 10MHz Out (内部 10 MHz 參考輸出) 接头
3. Modulation In (外部調變輸入) 接头
4. Trig In/Out, FSK/Burst 接头
5. LAN 界面
6. GPIB 接头(选配)
7. USB 界面
8. Digital Pattern Output / LVTTTL
9. 电源线接头
10. 风扇

3 一般操作

本章将说明基本操作及常用设定。各波形的操作将于第四章中说明。

3.1 图形(Graph) 模式

按下图形(Graph)按钮即可启动图形模式。在图形模式下可直接检测波形，并可以旋钮及游标控制按键直接改变参数。旋钮可控制的参数值将受到解析度的限制。若要微调参数值，可将想要的数值直接以数字键按入，或是回到目录模式。再次按下图形(Graph)按钮即可跳出图形模式，进入目录模式。



图 3-1 目录模式

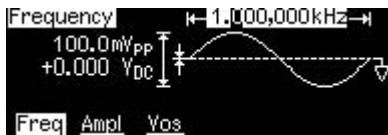


图 3-2 图形模式

3.2 数值/英文字母输入

在数字键盘上有 12 个按键，2 个游标控制按键及一个旋钮，均可提供数值输入的作用。

- 数值输入-----作数值输入时，可以在数字键盘上直接键入想要数值，或使用游标控制按键将屏幕上光标移至想要位置，并用旋钮增加或减少数值至想要数值。使用数字键盘时，所有适用单位均会显示于屏幕上，在欲选择的单位下按下对应的灰色按键即可选择单位并完成数值输入。若要取消所作改变，可按 Cancel 键。

- 英文字母输入-----若需输入英文字母，旋转旋钮直至想要英文字母显示于萤幕上，使用游标控制按键将屏幕上光标移至想要位置，即可输入下一个字母。另外也可使用+/-键來删除先前输入的英文字母。

3.3 选择输出波形

3400A 提供以下输出波形：

- 五种标准波型**Standard waveforms**: 3400A 提供五种标准波型：弦波、方波、斜波、脉冲及杂波。预设波型为弦波。
- 任意波(**Arbitrary waveforms**): 3400A 另提供五种内建任意波。您也可用随机器所附的Wavepatt 软件自建所需波型。
- 调变：波型产生器也为弦波、方波、斜波及任意波提供 AM、FM、PM 或 FSK 的调变。另外为脉冲也提供了PWM 调变。
- 频率扫描(**Frequency sweeping**): 波型产生器也为弦波、方波、斜波及任意波提供线性(Linear) 及对數(logarithmic) 频率扫描。
- 丛发(**Burst operation**): 所有标准波型及任意波(直流波除外)均可产生丛发。

前面板操作模式

欲选择输出波型，只要按下前面板相对应的波型按键，并设定各所需参数即可。设定各波型参数的方法，请参阅第4 章。

远程操作模式

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|USER|PATTern}

您也可用一个APPLY 指令同时选择波型、频率、振幅及偏移。

注记

- 频率限制：若新选波型的频率上限较小，波型产生器将自动将频率上限降低，以与新选波型配合。
- 振幅限制：若新选波型振幅上限较小，波型产生器将自动将振幅上限降低，以与新选波型配合。此种情形常发生在输出单位为Vrms 或dBm 时因不同输出波型拥有不同波峰因数而造成的差异。

3.4 设定输出频率/周期

波型产生器的频率值通常为出厂默认值，或之前使用者设定的频率值。这裡将说明设定新频率值的步骤，若需要设定周期，请按Freq/Perd 键以在频率与周期之间切换。



图3-3 设定频率



图3-4 设定周期

前面版操作模式

1. 按波型键以选择一欲用波型。
2. 按下Freq/Perd 字样下的蓝色软键并确认Freq 字样已被反白（表示已选定频率模式）。
3. 以数字键盘或旋钮选择一频率新值。

远程操作模式

FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum}

注记

- 每一波型都有不同的频率范围，但预设频率都是1 kHz 。下表为各波型的频率范围。
- 频率限制：当您选择了一新波型，但仪器的频率现值却超出了此波型的频率上限时，波型产生器将自动调整频率现值至频率上限。
- 丛发限制：内部触发丛发的频率下限为 2.001 mHz ， 选用弦波及方波时，选择无限("infinite") 丛发数时，频率才可大于10 MHz 。
- 工作周期限制：方波的工作周期限制如下：当频率大于10 MHz 时， 工作周期的范围为40% 到 60% 。其它频率的工作周期范围则是 20% 到80%。若设定一个超出范围的工作周期值，波型产生器将自动调整其值至范围内允许的最大值。

波型	频率范围
弦波	1 μHz ~ 50 MHz
方波	1 μHz ~ 25 MHz

斜波	1 μ Hz ~ 200 kHz
脉冲	500 μ Hz ~ 10 MHz
任意波	1 μ Hz ~ 10 MHz

3.5 设定输出振幅

所有波型的预设振幅均为100 mVpp (负载 50 Ω) 。这裡将说明设定振幅的步骤。



图3-5 设定振幅

前面版操作模式

1. 按波型键以选择一欲用波型。
2. 按下Ampl/High 字样下的灰色软键并确认Ampl 字样已被反白 (表示已选定振幅模式) 。
3. 以数字键盘或旋钮选择一振幅新值。

远程操作模式

VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum}

以以下指令设定单位:

VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}

注记

- 指定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) (章节 3.7)相当于指定振幅与直流偏移(DC offset) (章节3.6) 。例如, 如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts , 产生的振幅即为 5 Vpp , 而直流偏移为 -0.5V 。



图 3-6 设定高阶电位



图 3-7 设定低阶电位

- 输出单位的默认值为Vpp，也可选择Vrms 或 dBm。但若输出终端(output termination) 被设为“高阻抗”，输出单位就不能设定为dBm。在此种情形下，输出单位自动被设为Vpp。单位设定储存在挥发性内存中。在重新开机或远程重设后，单位默认值(Vpp) 将恢复。
- 偏移电位(Offset Voltage) 限制：输出振幅值受以下限制：

$$V_{pp} \leq 2 \times (V_{max} - |V_{offset}|)$$

式中 Vmax 为所选输出终端可允许的最大电位 (负载50 Ω为5 volts，而高阻抗为volts)。

- 单位选择限制：选择的输出单位将影响输出振幅上下限。此种情形常发生在输出单位为Vrms 或dBm 时因不同输出波型拥有不同波峰因数而造成的差异。举例而言，若您输出一 5 Vrms 的方波(负载 50 Ω)，然后换成弦波，波型产生器将自动将输出振幅调整为弦波的振幅最大值3.536 Vrms。
- 输出终端(Output Termination) 限制：改变输出终端时，输出振幅将被自动调整。例如，当输出终端自50 Ω改变成“高阻抗”时，偏移电位将变成两倍，因此也会影响输出振幅。而当输出终端自“高阻抗”变成 50 Ω时，偏移电位将变成一半。
- 任意波限制：若资料点无法占满全部范围，振幅上限将受到限制。例如，内建Sinc 波没有占满全部(±1)范围，因此最大振幅只到6.087 Vpp (负载50 Ω)。
- 改变振幅的时候，由于输出衰减器的切换，可能会导致输出波在一些特定电位处产生短暂不稳定的讯号。然而由于振幅均在控制之下，所以输出电位绝不会超出范围。您可关闭自动选取范围功能，以防止此种情形发生。

3.6 设定直流偏移电位

所有波型的直流偏移电位默认值均为0 volt。这裡将说明设定一非零直流偏移电位的步骤。

前面版操作模式

1. 按波型键以选择一欲用波型。
2. 按下Vos/Low 字样下的蓝色软键并确认Vos 字样已被反白。
3. 以数字键盘或旋钮选择一新值。

您也可自Utility 目錄中改变直流偏移的设定。

1. 按下Utility 钮。
2. 按下DC 字样下的灰色软键以关闭或开启直流目錄。确认ON 字样已被反白。
3. 以数字键盘或旋钮选择一新值。

远程操作模式

VOLTage :OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum}

注记

- 指定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) (章节 3.7)相当于指定振幅与直流偏移(DC offset) (章节3.6)。例如，如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts，产生的振幅即为 5 Vpp，而直流偏移为 -0.5 V。



图 3-8 设定低阶电位

- 振幅与输出终端限制：直流偏移受到下列数学式的限制：

$$V_{\text{offset}} \leq V_{\text{max}} - V_{\text{pp}}/2$$

V_{max} 为所选输出终端的电位上限。负载50Ω下为5V 或高阻抗下为10V。若设定的直流偏移超出范围，波型产生器将自动调整为指定振幅所允许的最大值。

- 任意波限制：若波形资料点未占满整个范围，偏移上限及振幅将受到限制。
- 对直流电位而言，输出电位受到偏移电位控制。可设定之值在±5V 之间(负载50 Ω) 或±10V 之间(开放电路)。

3.7 设定高阶电位及低阶电位

设定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) 相当于指定振幅与直流偏移(DC offset) 。方法如下。

前面版操作模式

1. 按波型键以选择一欲用波型。
2. 按下Ampl/High 字样下的蓝色软键并确认High 字样已被反白。
3. 以数字键盘或旋钮选择一高阶电位新值。
4. 按下Vos/Low 字样下的灰色软键以切换至低阶电位。确认Low 字样已被反白。
5. 以数字键盘或旋钮选择一低阶电位新值。
6. 见图3-6 及图3-7。

远程操作模式

VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum}

VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum}

3.8 设定波形极性Waveform Polarity

波型极性默认值为Normal ，在此种模式下，波型在前半周期时为均为正值。若极性设定为Inverted 时，则波型在前半周期时为均为负值。设定极性的步骤如下：

前面版操作模式

- 按下 Utility 键然后按选Output Setup 字样下的灰色软键。
- 按下NormInvt 字样下的灰色软键以切换于 Normal 及 Inverted 之间。确认您作的选择已被反白。
- 按下DONE 字样下的灰色软键以完成选择程序。

远程操作模式

OUTPut: POLarity {NORMal|INVerted}

注记

- 若偏移电位不是零时，输出波是以偏移电位为准來作反转，因此偏移电位在反转后维持不变。
- 当波型被反转时， Sync 讯号不受影响。

3.9 设定输出终端(Output Termination)

3400A 前面板 *Output* 接头的输出阻抗预设为 50 Ω 。预设 50 Ω 的固定输出阻抗送至前面板接头。若实际的负载阻抗与设定值不符合，则输出振幅和电位偏移也将产生错误。欲改变此设定，请见以下步骤：

前面板操作模式

1. 按下 **Utility** 键然后按选 **Output Setup** 字样下的灰色软键。
2. 确认 **Load** 字样已被反白。若 **Load** 字样尚未反白，再按一次软键以作切换。以数字键盘或旋钮选择一新值。
3. 若您欲选择 " 高阻抗 "，按下 **Load** 字样下的灰色软键切换并确认 **High Z** 字样已被反白。
4. 按下 **DONE** 以完成设定程序。
5. 见图 3-9 。



图 3-9 设定输出终端

远程操作模式

OUTPut:LOAD { <ohms> | INFinity | MINimum | MAXimum }

注记

- 输出终端(Output Termination) 的范围从 1 Ω 到 10k Ω ，或是无限大(Infinite) 。默认值为 50 Ω 。
- 输出终端设定被储存于非挥发性内存内，因此关机或远程重新设定后仍将维持不变。
- 若输出终端设定为“高阻抗”，单位将被自动设为 **Vpp** 。

3.10 开启/关闭电位自动选取范围

波型产生器在开机时自动启动自动选取范围功能，并为输出放大器与衰减器找出最适设定。若自动选取范围功能被关闭，3400A 则使用放大器与衰减器的目前设定。开启或关闭自动选取范围功能的方法如下。

前面版操作模式

1. 按下Utility 键然后按选Output Setup 字样下的蓝色软键。
2. 按下Rang 字样下的蓝色软键以切换于Auto 及 Hold 之间。
3. 按下DONE 字样下的蓝色软键以完成选择程序。



图 3-10 开启电位自动选取范围



图3-11 关闭电位自动选取范围

远程操作模式

VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}

注记

- 改变振幅的时候，由于输出衰减器的切换，可能会导致输出波在一些特定电位处产生短暂不稳定的讯号。然而由于振幅均在控制之下，所以输出电位绝不会超出范围。您可关闭自动选取范围功能，以防止此种情形发生。
- 自动选取范围功能关闭时，若将振幅改变至低于选取范围，振幅与偏移的解析度可能受到影响。而且也可能无法达到自动选取范围功能开启时的振幅最低值。

3.11 输出接头控制

3400A 的输出由输出接头控制。仪器开机时的输出默认值为关闭，目的为保护连接至3400A 的其它机器。

前面板操作模式

- 欲开启/关闭输出，按下 **Output** 键。 **Output** 键将亮起以表示输出为开启状态。

远程操作模式

OUTPut {OFF|ON}

设定

当前面板输出接头收到外部过高电位时，仪器将自动关闭输出，并发出错误讯息。
请移除过高电位后，重新开启输出。

3.12 开启/关闭Sync Out Signal

除了直流及杂波之外的所有输出波型，都有同步输出讯号。同步输出讯号由前面版的 **Sync** 接头处输出。

前面板操作模式

- 欲开启/关闭同步输出讯号，按下 **Utility** 键，再按 **Sync** 字样下的软键即可作切换。

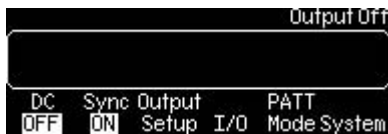


图3-12 开启同步输出讯号

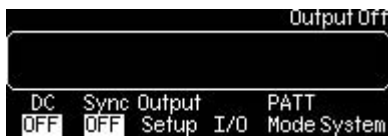


图3-13 关闭同步输出讯号远程操作模式

OUTPut:SYNC {OFF|ON}

注记

- 当Sync 接头关闭时，输出讯号为低电位。
- 同步输出讯号设定储存于非挥发性内存中，在重新开机时并不会被消除。
- 弦波、斜波及脉冲的同步输出讯号为50% 工作周期的方波。不论直流偏移为何，输出波为正时，同步输出讯号为TTL 高电位，输出波为负时，同步输出讯号则为TTL 低电位。
- 方波的同步输出讯号为一具相同工作周期的方波。
- 任意波的同步输出讯号为50% 工作周期的方波。当输出第一个波点时，同步输出讯号为高电位。
- 对内部调变的AM、FM、PM 及 PWM 而言，同步输出讯号与调变波对齐，且为一50%工作周期的方波。在调变波前半部分时，同步输出讯号为高电位。
- 对外部调变的AM、FM、PM 及 PWM 而言，同步输出讯号与载波对齐，且为一50%工作周期的方波。
- 对 FSK 而言，同步输出讯号与频率转移对齐。输出跳跃频率时，同步输出讯号为高电位。输出载波频率时，同步输出讯号为低电位。
- 频率扫描不使用标记频率(Marker) 时，同步输出讯号为一50%工作周期的方波。频率扫描的前半部分，同步输出讯号为高电位，而后半部分则为低电位。同步输出讯号的频率即等于频率扫描时间的倒数。使用标记频率(Marker) 时，同步输出讯号(Sync) 设定将被忽略。频率扫描起始时，同步输出讯号为高电位，而标记频率(Marker) 时，则为低电位。
- 对触发丛发而言，触发时，同步输出讯号为高电位。但在输出了指定周期数(若相位不是零度，则不见得是通过零的那一点)时，同步输出讯号即转为低电位。若丛发数为无限大，同步输出讯号的行为同上。
- 若为外部闸门短脉冲，同步输出讯号在闸门讯号时为高电位，一直到最后一个周期结束时，才会转为低电位(若相位不是零度，则不见得是通过零的那一点)。
- 当输出波型的极性设定为反转时，对应的同步输出讯号并不受影响。

3.13 重新加载出厂默认值

欲重新加载仪器的出厂默认值，按下“Store/Recall”键，再选“Set to Def”选项。见图3-14及图3-15。选择“Yes”选项以确认加载仪器的出厂默认值。

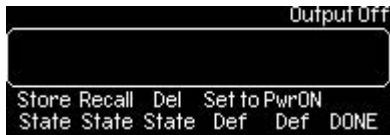


图 3-14 “Store/Recall” 选单



图 3-15 选“Set to Def” 选项后之确认

3400A 的出厂默认值详列于表2.1。欲重新加载开机时的设定，見5.2 节。

4 波型输出操作

本章节将细述 3400A 提供的每一种波型，以及有关输出波形的前面板功能细节，及相关远程操作指令。

4.1 弦波 (Sine Wave)

如何产生弦波

1. G5100 的预设输出波为弦波。若仪器输出波非弦波，而要选取弦波时，按下 Sine 键。
2. 设定一般参数如频率/周期，振幅及直流偏移电位时，请参见第三章。
3. 欲在图形(graph) 模式下检视各波型参数时，按下 Graph 键。



图 4-1 设定弦波

远程操作模式 `APPLY:SINusoid [<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]]` 或
`FUNCTION {SINusoid}FREQUENCY {<frequency> | MINimum | MAXimum}`
`VOLTage {<amplitude> | MINimum | MAXimum } VOLTage:OFFSet`
`{<offset> | MINimum | MAXimum }`

4.2 方波 (Square Wave)

方波为一输出波在两电位阶间的瞬间转换组成。工作周期代表了一个周期内波型位于高电位阶的时间占整个周期时间的百分比 (假定是一未反转的波型):

$$\text{工作周期} = (\text{位于高电位阶的时间}) / \text{周期} \times 100\%$$

如何产生方波

1. 按下**Square** 键以选取方波。
2. 设定一般参数如频率/周期，振幅及直流偏移电位时，请参见第三章。
3. 按下**DutyCycle** 字样下的软键以作**Duty Cycle** 设定。
4. 使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当数值。按下**%**下的软键以完成输入，或按下**Cancel** 字样下的软键取消输入。
5. 欲在图形(graph) 模式下检视各波型参数时，按下 **Graph** 键。



图 4-2 设定方波

远程操作模式 **APPLY:SQUare** [<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]] 或
FUNCTION {**SQUare**}**FREQUency** {<frequency> | **MINimum** | **MAXimum**}
VOLTage {<amplitude> | **MINimum** | **MAXimum**} **VOLTage:OFFSet**
{<offset> | **MINimum** | **MAXimum**} **FUNCTION:SQUare:DCYCLE**
{<percent> | **MINimum** | **MAXimum**}

注记

- 工作周期的默认值为 **50%**，并且由于此设定储存于挥发性内存中之故，重新开机及远程重设之后，默认值将恢复。
- 当您的输出波由方波欲改至其它波型时，之前设定的工作周期将在您下次选择方波时重新被加载。
- 频率大于**10 MHz** 的方波，工作周期的范围自**40%** 到 **60%**，频率小的方波，工作周期的范围自**20%** 到 **80%**。
- 若频率值有所变动，并导致机器无法达成工作周期现值，机器将自动调整工作周期现值，以配合新频率。
- 若选择方波为调变波，工作周期将固定为**50%**。若方波为**AM**、**FM**、**PM** 或**PWM** 调变时的载波时，工作周期的设定也将套用。

4.3 斜波 (Ramp Wave)

斜波是 1 个可调整 **symmetry** 的三角形波。**symmetry** 代表了在一次周期裡波型处于上升状态的时间与周期的比率(以百分比表示)(假设波形极性未反转)。**Symmetry** 的默认值为 100%。

如何产生斜波

1. 按下 **Ramp** 钮以选择输出波形。
2. 请参见第三章以设定基本参数，如频率、周期、振幅及直流偏移电位。
3. 按下 **Symmetry** 字样下的软键以设定 **symmetry** 值。
4. 使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当数值。按下 **%** 下的软键以完成输入，或按下 **Cancel** 字样下的软键取消输入。
5. 欲在图形(graph) 模式下检视各波型参数时，按下 **Graph** 键。



图 4-3 设定斜波

远程操作模式 **APPLY:RAMP** [**<frequency>** [, **<amplitude>** [, **<offset>**]]] (The command generates ramp wave with 100% symmetry)

或

FUNCTION {**RAMP**} **FREQUENCY** {**<frequency>** | **MINIMUM** | **MAXIMUM**}
VOLTAGE {**<amplitude>** | **MINIMUM** | **MAXIMUM**} **VOLTAGE:OFFSET**
{**<offset>** | **MINIMUM** | **MAXIMUM**} **FUNCTION:RAMP:SYMMETRY**
{**<percent>** | **MINIMUM** | **MAXIMUM**}

注记

- **symmetry** 值储存于挥发性内存中，因此在重新开机或远程 **reset** 后即会恢复为默认值(100%)。
- 当输出波从斜波切换至其它波形时，之前设定的 **symmetry** 值将被记住，待下次再切换回斜波时，即可加载使用。
- 在斜波为 **AM**、**FM**、**PM** 或 **PWM** 的调变波时，**symmetry** 设定并不适用。

4.4 杂波 (Noise Waveform)

如何产生杂波

1. 按下Noise 钮以选择输出波形。
2. 请参见第三章以设定基本参数，如振幅及直流偏移电位。
3. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。



图 4-4 设定杂波

远程操作模式APPLY:NOISe [<frequency | DEF>[, <amplitude>[, <offset>]]]FUNCTION {RAMP} VOLTage {<amplitude> | MINimum | MAXimum } VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum | MAXimum }

注记

- 在APPLY:NOIS 指令中，频率参数并无作用，但仍需指定为Default 。

4.5 脉冲 (Pulse Waveform)

脉冲含有周期，脉宽，上升端及下降端。所有有关参数都将在以下作详细说明。

周期/频率(**Pulse Period / Frequency**)周期默认值为1 ms(毫秒)(或频率为1 kHz)，而可用范围为100 ns 到 2000 秒，(或频率 10 MHz 至0.5mHz)。其它参数必须受到脉冲周期的限制，其关系如下式：

$$\text{PulsePeriod} \geq \text{PulseWidth} + 1.6 \times \text{EdgeTime}$$

仪器将自动调整其它参数值以配合设定的周期。

脉宽(**Pulse Width**) 脉宽定义为上升端50%处起至下一个下降端50%止所经过的时间。默认值为100 s 而可用范围约为20 ns 至2000 秒，实际范围则决定于以下数学式：

$$1.6 \times \text{EdgeTime} \leq \text{PulseWidth} \leq \text{PulsePeriod} - 1.6 \times \text{EdgeTime} \\ W_{\text{min}} \leq \text{PulseWidth} \leq \text{PulsePeriod} - W_{\text{min}}$$

其中Wmin 为各不同脉冲周期范围内允许的脉宽最小值：

$$W_{\min} = \begin{cases} 20 \text{ ns,} & \text{if PulsePeriod} \leq 10\text{s} \\ 200 \text{ ns,} & \text{if } 10\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 100\text{s} \\ 2 \mu\text{s,} & \text{if } 100\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 1000\text{s} \\ 20 \mu\text{s,} & \text{if } 1000\text{s} < \text{PulsePeriod} \end{cases}$$

若指定的脉宽超出范围，仪器将自动调整其它参数值以配合指定的周期。

边缘时间(Edge Time) 边缘时间(Edge time) 为上升边缘(或下降边缘)10% 到 90%所经过的时间。预设边缘时间值为5 ns， 可用范围约为5 ns 至100 秒，最大值则受限于以下数学式：

$$\text{EdgeTime} \leq 0.625 \times \text{PulseWidth}$$

必要时仪器将自动调整其它参数值以配合指定的脉宽。

脉冲工作周期(Pulse Duty Cycle) 除了脉宽之外，设定脉冲工作周期也是另一种定义脉冲的方式。脉冲工作周期的定义如下：

$$\text{DutyCycle} = \text{PulseWidth} / \text{PulsePeriod} \times 100\%$$

若指定的脉冲工作周期与脉宽无法兼容， 则以最后被设定者为主。预设的脉冲工作周期值为10%， 而范围则为从0% 至 100% ， 并受限于以下数学式：

$$\text{DutyCycle} \geq W_{\min} / \text{PulsePeriod} \times 100\% \quad \text{DutyCycle} \leq (1.0 - W_{\min} / \text{PulsePeriod}) \times 100\%$$

其中Wmin 为之前定义范围内的最小值。仪器将自动调整其值以配合指定的脉冲周期。

如何产生脉冲

1. 按下Pulse 钮以选择输出波形。
2. 请参见第三章以设定基本参数，如频率、周期、振幅及直流偏移电位。
3. 按下Width/Duty 字样下的软键以在脉宽pulse width 及工作周期duty cycle 设定间切换。
4. 使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当数值。按下%下的软键以完成输入，或按下Cancel 字样下的软键取消输入。
5. 按下Edge Time 字样下的软键并依循步骤四输入两端的Edge time 。
6. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。



图 4-5 设定脉冲

远程操作模式APPLY:PULSe [<frequency>[, <amplitude.>[, <offset>]] 或使用以下指令设定脉冲参数: FUNCTION{PULSe} FREQUency {<frequency> | MINimum | MAXimum }VOLTage {<amplitude> | MINimum | MAXimum } VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum | MAXimum } PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum} FUNCTION:PULSe:WIDTH {<seconds>|MINimum|MAXimum }FUNCTION:PULSe:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum } FUNCTION:PULSe:TRANSition {<percent>|MINimum|MAXimum }

4.6 自创任意波 (Arbitrary Waveform)

3400A 提供五种内建任意波， 并可多达四种使用者自建之任意波， 储存于非挥发性内存中。

内建波形有对指数上升(exponential-rise)， 指数下降(exponential-fall)， 负斜波(negative-ramp)， sinc 及 cardiac。

预设内建波形为指数上升波(exponential-rise)。

使用者自建之任意波，點數可多達262, 144 (256k) 點。

若欲選擇任意波為AM、FM、PM 或 PWM 的調變波，則最多只能到 4k 點，多出來的點則將被移除。

使用者任意波3400A 支持使用者自建之任意波，您可使用Wavepatt 編輯器創造自己想要的波形，或載入您先前在示波器抓取的波形。請參考**Wavepatt** 的在線手冊。

如何輸出內建任意波

1. 按下 Arb 鈕以選擇輸出任意波形。
2. 按下Select Wform 字樣下的軟鍵，再按Built In 字樣下的軟鍵。
3. 按下相對內建任意波型的軟鍵以選擇欲使用的波型。
4. 請參見第三章以設定基本參數，如頻率、周期、振幅及直流偏移電位。
5. 按下 Graph 鍵以在圖形(graph)模式下檢視各波型參數。



圖 4-6 設定任意波



圖 4-7 任意波“Select Wform”選單



圖 4-8 內建任意波型選單遠程

操作模式

FUNCTION USER {EXP_RISE | EXP_FALL | NEG_RAMP | SINC | CARDIAC}

遠程操作模式

DATA:DAC VOLATILE, {<binary block>|<value>, <value>, ...}
DATA VOLATILE, <value>, <value>, ... FORMat:BORDER {NORMAL | SWAPped}DATA:COPY <destination arb name> [, VOLATILE]

DATA:CATalog? DATA:NVOLatile:CATalog? DATA:NVOLatile:FREE?
DATA:ATTRibute:AVERAge? [<arb name>] DATA:ATTRibute:CFACTOR?
[<arb name>]DATA:ATTRibute:POINts? [<arb name>]
DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb name>]

4.7 振幅调变 (Amplitude Modulation)

振幅调变功能以调变波來影响一载波的振幅，产生一新波型。

载波**Carrier Waveform** 预设载波为弦波，另外还可选择方波、斜波及任意波，而脉冲、杂波及直流波则不可作为载波，所有载波的预设频率值均为1 kHz。每一种载波都有自己不同的频率范围，请参见3.4节“设定输出频率/周期”。

调变波**Modulating Waveform** 3400A 可接受内部或外来的调变波讯号，预设讯号源为内部讯号源，波型为弦波，内部讯号源可选的波形有工作周期为50%的方波，100% symmetry 的正斜波URamp、0%symmetry 的负斜波、三角形波triangle (50% symmetry 的正斜波)、杂波noise 及任意波。如果选择任意波，则波型点数最多只到 4k 点，其余将被省略掉。内部调变波的预设频率值为100Hz，而范围则为 2 mHz 到20 kHz。

若选择外部讯号源，则载波将被后面版*Modulation In* 接头接收的外來波型所调变。

调变深度**Modulation Depth** 调变深度控制输出
振幅变化的强度，定义如下：

$$\text{ModulationDepth} = (\text{MaxAmplitude} - \text{MinAmplitude}) / \text{Amplitude} \times 100\%$$

其中振幅为载波的设定振幅，**MaxAmplitude** 及 **MinAmplitude** 分别为调变输出波的最大及最小振幅。3400A 的设计为：当调变深度为 0%，输出波的振幅则为载波的设定振幅的一半。因此，当调变深度大于100% 时，最小振幅可能为负值。调变深度的默认值为100%，而范围则为 0% 至 120%。

若选择外部讯号为调变波源时，调变将受限于所设定的调变深度，以及外來波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号源为 $+5V$ 时，输出振幅将达最大值，而当外部讯号源为 $-5V$ 时，则输出振幅将为最小值。

请注意，即便调变深度为100%，3400A的调变输出绝不会超出 $\pm 5V$ 极限(负载50-ohm)。

如何设定振幅调变

1. 按下一波型钮以选择载波，再依4.1，4.2，4.3及4.6节的步骤设定所有必要参数。



图 4-9 设定振幅调变

2. 按下Mod 键以切换至modulation output.
3. 按下 Type 字样下的软键，再按下AM 字样下的软键以选择振幅调变。仪器将以现有参数输出一振幅调变波。
4. 按下Src 字样下的软键可在内部(Int) 及外部(Ext)讯号源之间切换，以选择所希望的调变波(modulating waveform) 讯号源。
5. 选择内部讯号源时：
 - a. 按下Shape 字样下的软键以在各种调变波型之间切换。若选择任意波(Arb)为调变讯号源，则视先前任意波的选择为何而定。您可按下Mod 键以切换至任意波讯息状态以检视任意波讯息。
 - b. 按下 AMFreq 字样下的软键，使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入新的调变频率值。
6. 按下AM Depth 字样下的软键，使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入新的调变深度值。
7. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。

远程操作模式使用以下指令以输出振幅调变：FUNCTION

{SINusoid|SQUare|RAMp|USER} FREQUency {<frequency> |

MINimum|MAXimum} VOLTage {<amplitude> | MINimum|MAXimum}
VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum|MAXimum}AM:INTernal:FUNCTion
 {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}
AM:INTernal:FREQuency {<frequency> | MINimum|MAXimum}
AM:SOURce {INTernal|EXTernal} AM:STATe ON

注记

- 同一时间只能有一种调变，若启动了振幅调变，则之前选择的其它调变将被关闭。
- 振幅调变与频率扫描或丛发模式不可同时启动。若启动了振幅调变，频率扫描或丛发将被关闭。

4.8 频率调变 (Frequency Modulation)

频率调变功能以调变波來影响一载波的频率，产生一新波型。

载波预设载波波型为弦波。另外还可选择方波、斜波及任意波，而脉冲、杂波及直流波则不可作为载波，所有载波的预设频率值均为1 kHz。每一种载波都有自己不同的频率范围，请参见3.4节“设定输出频率/周期”。

调变波**Modulating Waveform** 3400A 可接受内部或外来的调变波讯号，预设讯号源为内部讯号源，波型为弦波。内部讯号源可选的波形有工作周期为50%的方波、100% symmetry 的正斜波URamp、0%symmetry 的负斜波、三角形波triangle (50% symmetry 的正斜波)、杂波noise 及任意波arbitrary waveforms。如果选择任意波，则波型点数最多只到 4k 点，其余将被省略掉。内部调变波的预设频率值为10Hz，而范围则为2 mHz 到 20 kHz。

若选择外部讯号源，则载波将被后面版*Modulation In* 接头接收的外来波型所调变。频率偏移(**Frequency Deviation**) 频率偏移为频率调变中载波的最大频率变化值。默认值为 100 Hz。不同载波波型各有不同的接受范围：

- 弦波: 1μHz 至 25.05 MHz(载波频率为 25.05 MHz).
- 方波: 1μHz 至12.55 MHz(载波频率为12.55 MHz).
- 斜波: 1μHz 至150 kHz(载波频率为150 kHz).

- 任意波: 1 μ Hz 至5.05 MHz(载波频率为5.05MHz).
- 除此之外, 允许范围的最大值受限为以下兩情况:
- 频率偏移不能大于载波频率。
 - 频率偏移与载波频率的和不得大于所选波型的最大频率加上100 kHz; 也就是, 弦波50.1 MHz, 方波25.1MHz, 斜波300 kHz, 任意波10.1 MHz。

若设定值大于以上兩种情况, 3400A 将自动调整至允许范围内的最大值。

若选择外部讯号为调变波源时, 调变将受限於所设定的脉宽偏移值, 以及外來波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号为+5V 时, 结果将输出最大频率偏移值, 而当外部讯号为-5V 时, 结果则输出最小频率偏移值。

如何设定频率调变

1. 按下一波型钮以选择载波, 再依4.1, 4.2, 4.3 及 4.6 节的步骤设定所有必要参数。



图 4-10 设定频率调变

2. 按下Mod 键以切换至modulation output。
3. 按下 Type 字样下的软键, 再按下FM 字样下的软键以选择频率调变。仪器将以现有参数输出一频率调变。
4. 按下Src 字样下的软键可在内部(Int) 及外部(Ext)讯号源之间切换, 以选择所希望的调变波讯号源。
5. 若选择内部调变波源:
 - a.按下Shape 字样下的蓝色软键以切换于各种调变波型。若选择任意波(Arb) 为调变讯号源, 则视先前选定的波型。使用者可以 Mod 键切换, 以检视显示于屏幕上的讯息。
 - b.按下 FMFreq 字样下的蓝色软键, 用旋钮及游标控制键, 或数字键盘以输入新的调变频率值。
6. 若需要时, 按下FreqDev 字样下的蓝色软键以输入频率偏移。使用旋钮及游标控制键, 或数字键盘以输入适当数值。
7. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。

远程操作模式使用以下指令以输出一频率调变波: FUNCtion

{SINusoid|SQUare|RAMp|USER} FREQUency {<frequency> | MINimum|MAXimum} VOLTage {<amplitude> | MINimum|MAXimum}
VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum|MAXimum}FM:INTernal:FUNCTion
 {SINusoid|SQUare|RAMp|NRAMp|TRIangle|NOISe|USER}
FM:INTernal:FREQUency {<frequency>MINimum|MAXimum}
FM:DEVIation {<peak deviation in Hz> | MINimum|MAXimum }
FM:SOURce {INTernal|EXTernal} FM:STATe ON

注记

- 同一时间只能有一种调变，若启动了频率调变，则之前选择的其它调变将被关闭。
- 振幅调变与频率扫描或从发不可同时启动。若启动了振幅调变，频率扫描或从发将被关闭。

4.9 相位调变 (Phase Modulation)

相位调变是根据调变波将载波的相位加以变化。

载波预设载波为弦波。另外还可选择方波、斜波及任意波，而脉冲、杂波及直流波则不可作为载波，所有载波的预设频率值均为1 kHz. 每一种载波都有自己不同的频率范围，请参见3.4节“设定输出频率/周期”。

调变波3400A 可接受内部或外来的调变波讯号，预设讯号源为内部讯号源，波型为弦波。内部讯号源可选的波形有工作周期为50%的方波、100% symmetry 的正斜波URamp、0% symmetry 的负斜波、三角形波triangle (50% symmetry 的正斜波)、杂波noise 及任意波。如果选择任意波，则波型点数最多只到 4k 点，其余将被删除。内部调变波的预设频率值为10Hz，而范围则为2 mHz 到 20 kHz。

若选择外部讯号源，则载波将被后面版Modulation In 接头接收的外来波型所调变。

相偏移 (**Phase Deviation**) 相偏移为相调变中载波的最大相偏移量。相偏移的范围为0 至 360 度，而默认值为180 度。选择外部讯号为调变波来源时，输出将受限于设定的相偏移值，以及外來波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号波源为+5V 时，输出波将达到最大相偏移值；当外部讯号波源为-5V 时，输出波将达到最小相偏移值。

如何设定相位调变

1. 按下一波型钮以选择载波，再依4.1， 4.2， 4.3 及 4.6 节的步骤设定所有必要参数。



图 4-11 设定相位调变

2. 按下Mod 键以切换至modulation output。
3. 按下 Type 字样下的软键，再按下PM 字样下的软键以选择相调变。仪器此时将以现有参数产生一相调变输出波。
4. 按下Src 字样下的软键可在内部(Int) 及外部(Ext)讯号源之间切换，以选择所希望的调变波讯号源。
5. 若选择内部调变波源：
 - a. 按下 Shape 字样下的蓝色软键，以在各种调变波形间切换。若选择任意波(Arb) 为调变讯号源，则视先前选定的任意波型。使用者可以 Mod 键切换，以检视显示于屏幕上的讯息。
 - b. 按下PM Freq 字样下的蓝色软键，使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当调变频率值。
6. 若需要时，按下PhaseDev 字样下的蓝色软键以输入相偏移(phase deviation)。使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当数值。
7. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。

远程操作模式使用以下指令以输出一相调变波：

```

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}
FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum}
VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum }
  
```

VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum }
PM:INTernal:FUNCTion
 {SINusoid|SQUare|RAMp|NRAMp|TRIangle|NOISe|USER}
PM:INTernal:FREQuency {<frequency> | MINimum|MAXimum}
PM:DEVIation {<deviation in degrees> | MINimum|MAXimum }
PM:SOURce {INTernal|EXTernal} PM:STATe ON

4.10 FSK 调变

3400A 提供输出FSK (Frequency-Shift Keying) 调变的功能，在FSK 中，波的频率在“载波频率(carrier frequency)”及“跳跃频率(hop frequency)”两个频率间转换。而转换的速率则决定于来自外部或内部的调变源。

载波预设载波为弦波。另外还可选择方波、斜波及任意波，而脉冲、杂波及直流波则不可作为载波，所有载波的预设频率值均为1 kHz。每一种载波都有自己不同的频率范围，请参见3.4 节“设定输出频率/周期”。

调变波**Modulating Waveform** 3400A 可接受内部或外来的调变波讯号，预设讯号源为内部讯号源，波型为工作周期为50%的方波。若选择外部讯号源，则载波将被后面版*Modulation In* 接头接收的外来波型所调变。在使用FSK 时，*Trig In* 接头的边缘极性无法调整。

“跳跃(Hop)”频率所有波型的跳跃频率默认值均为100Hz。每一种载波波型分别有不同的跳跃频率范围。如下：

- 弦波：1μHz 至 50 MHz(载波频率 = 1μHz 时)。
- 方波：1μHz 至25 MHz(载波频率= 1μHz 时)。

- 斜波: 1 μ Hz 至200 kHz(载波频率= 1 μ Hz 时).
- 任意波: 1 μ Hz 至10 MHz(载波频率= 1 μ Hz 时).

若选择外部讯号为调变波源时, 调变将受限于此外部讯号源。当外部讯号为低电位时, 输出波频率将为载波频率, 外部讯号为高电位时, 输出波频率则为跳跃频率。

FSK Rate

此速率为输出波频率在载波频率及跳跃频率间转换的速率 (选择内部讯号源时)。预设 FSK 速率为10 Hz , 而范围则为2 mHz 至 100 kHz 。

如何产生**FSK** 波型

1. 按下一波型钮以选择载波, 再依4.1, 4.2, 4.3 及 4.6 节的步骤设定所有必要参数。



图 4-12 设定 FSK 调变

2. 按下Mod 键以切换至modulation output 。
3. 按下 Type 字样下的软键, 再按下FSK 字样下的软键以选择FSK。仪器将以目前的参数产生一 FSK 调变波。
4. 按下Src 字样下的软键可在内部(Int) 及外部(Ext)讯号源之间切换, 以选择所希望的调变波讯号源。
5. 若选择内部调变波源, 按下 FSK Rate 字样下的蓝色软键以设定shift rate 值。使用旋钮及游标控制键, 或数字键盘以输入适当值。
6. 按下Hop Freq 字样下的蓝色软键以设定跳跃频率值。使用旋钮及游标控制键, 或数字键盘以输入适当值。
7. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。

远程操作模式

```

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMp|USER} FREQUency
{<frequency>|MINimum|MAXimum} VOLTage
{<amplitude>|MINimum|MAXimum }
VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum }
FSKey: FREQUency {<frequency>|MINimum|MAXimum}
FSKey:INTernal:RATE {<rate in Hz>|MINimum|MAXimum }

```

FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal} FSKey:STATe ON

4.11 脉宽调变 (PWM)

3400A 提供以脉冲为载波的脉宽调变(pulse width modulation, PWM) 功能。在脉宽调变 (PWM) 中, 载波的脉宽随调变波而变化。脉宽可以工作周期或时间单位表示。

载波PWM 中只可使用脉冲为载波。预设载波周期为 1 ms, 而范围则为100 ns 至 2000 秒。

调变波**Modulating waveform**3400A 可接受内部或外来的调变波讯号, 预设讯号源为内部讯号源, 波型为弦波。内部讯号源可选的波形有工作周期为50%的方波、100% symmetry 的正斜波URamp、0% symmetry 的负斜波、三角形波triangle (50% symmetry的正斜波)、杂波及任意波。如果选择任意波, 则波型点数最多只到 4k 点, 其余将被切掉。内部调变波的预设频率值为100Hz, 而范围则为2 mHz 到 20kHz 。

若选择外部讯号源, 则载波将被后面版*Modulation In* 接头接收的外来波型所调变。

脉宽偏移(Width Deviation) 脉宽偏移是指在PWM 中载波的脉宽最大偏移量。预设偏移值为10 μ s, 而范围为0s 至1000s。除此之外, 也不能大于载波的脉宽, 并受到以下数学式的限制:

$$\text{WidthDeviation} \leq \text{PulseWidth} - \text{Wmin} \quad \text{WidthDeviation} \leq \text{Period} - (\text{PulseWidth} + \text{Wmin})$$

其中Wmin 为在4.5 节中所提及之值。

若选择外部讯号为调变波源时, 调变将受限于所设定的脉宽偏移值, 以及外来波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号为+5V 时, 结果将输出最大脉宽, 而当外部讯号为-5V 时, 结果则输出最小脉宽。

如何设定脉宽调变

1. 按下Pulse 键以选择脉冲为载波。再依4.5 节的指示设定各参数。



图 4-13 设定脉宽调变

2. 按下Mod 键以切换至 PWM 输出。

3. 按下Src 字样下的软键可在内部(Int) 及外部(Ext)讯号源之间切换，以选择所希望的调变波讯号源。

4. 若选择内部调变波源：

a. 按下Shape 字样下的蓝色软键以切换于不同调变功能之间。若选择任意波(Arb) 为调变讯号源，则视先前选定的任意波型。使用者可以 Mod 键切换，以检视显示于屏幕上的讯息。

b. 按下PWM Freq 字样下的蓝色软键，并使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当调变频率值。

5. 按下Width Dev 字样下的蓝色软键以设定脉宽偏移，使用旋钮及游标控制键，或数字键盘以输入适当值。

6. 按下 Graph 键以在图形(graph)模式下检视各波型参数。

远程操作模式

```
FUNC PULSe VOLTage {<amplitude> | MINimum|MAXimum}
VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum|MAXimum}PULSe:PERiod
{<seconds>|MINimum|MAXimum} FUNCtion:PULSe:WIDTh
{<seconds>|MINimum|MAXimum}FUNCtion:PULSe:TRANSition
{<seconds>|MINimum|MAXimum}
FUNCtion:PULSe:DCYCLe{<percent>|MINimum|MAXimum}
PWM:INTernal:FUNcTion
{SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMp|TRIangle|NOISe|USER}
PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum }
PWM:DEVIation {<deviation in seconds>|Minimum|Maximum}
PWM:DEVIation:DCYCLe {<deviation in seconds>|Minimum|Maximum}
PWM:SOURce {INTernal|EXTernal} PWM:STATe ON
```

4.12 频率扫描 (Frequency Sweep)

频率扫描是一种以指定速率从起始频率逐渐升或降到终止频率的波形。此种波形可以线

性或是对數型式增高或降低频率。只有弦波，方波，斜波及任意波可进行频率扫描。

频率扫描模式(**Sweep Mode**) 预设频率扫描模式为线性，输出波以线性方程式算出之间隔进行频率扫描。在对數频率扫描模式中，输出波以对數方程式算出之间隔进行频率扫描。

起始频率(**Start Frequency**) 及终止频率(**Stop Frequency**) 波型产生器从起始频率开始频率扫描，至终止频率截止。若起始频率大于终止频率，波型产生器向低频处进行频率渐减之频率扫描。若终止频率大于起始频率，波型产生器向高频处进行频率渐增之频率扫描。

起始频率之默认值为100 Hz 而终止频率之默认值则为1 kHz。弦波的范围为 1 μ Hz 到 50 MHz，方波为 1 μ Hz 到 25MHz，斜波为1 μ Hz 到 200 kHz，任意波为 1 μ Hz 到 10 MHz。

中央频率(**Center Frequency**) 与频率跨度(**Frequency Span**) 中央频率及频率跨度提供另一种设定频率扫描的方法。中央频率之默认值为 550 Hz，弦波范围为1 μ Hz 到 50MHz，方波为1 μ Hz 到 25MHz，斜波为1 μ Hz 到 200 kHz，任意波为1 μ Hz 到 10 MHz。频率跨度之默认值为900 Hz，允许范围则视中央频率及所选波型而定。正的频率跨度将造成频率渐增之频率扫描，负的频率跨度将造成频率渐减之频率扫描。

频率扫描时间(**Sweep Time**)频率扫描时间(以秒为单位)为调变从起始频率至终止频率所需的时间。不连续的频率点数是以所设定的频率扫描时间而计算得出。频率扫描时间之默认值为1 秒，而范围为 1 ms 到 500 s。

标记频率(**Marker Frequency**)标记频率提供对Sync 讯号的控制。使用标记频率时，Sync 讯号在频率扫描一开始时为TTL 高电位，达到标记频率时，则为TTL 低电位。不使用标记频率时，Sync 讯号则为50%工作周期的方波。也就是說，Sync 讯号在频率扫描一开始时为TTL 高电位而在频率扫描中点时则为TTL 低电位。Sync 讯号的频率为所设定频率扫描时间的倒數。

标记频率之默认值为500 Hz，而范围则视中央频率及频率跨度的设定而定。标记频率不得大于最大输出频率。

触发源(**Trigger Source**) 波型产生器在收到触发源时，即产生一频率扫描波，并连续输出此波型，直到收到下一触发源时，再产生另一频率扫描波。触发源可以为内部触发源、外部触发源或手动触发。预设为内部触发源。

- 选择内部触发源时，波型产生器连续以所设定的频率扫描时间输出频率扫描波
- 选择外部触发源时，触发讯号为由后面板 *Ext Trig/ FSK / Burst* 接头进入的已知极

性之TTL 脉冲。请留意触发周期不可小于 1 ms 加上所设定触发时间之值。

- 若选择手动触发，仪器在每一次按下前面板的Trigger 按钮时，即送出一频率扫描波。

触发输出讯号(Trigger out Signal) 触发输出讯号由后面板Ext Trig / FSK /

Burst 接头输出，该讯号为一TTL 之方波，可指定由正向或负向边缘触发。

- 选择内部触发源时，该触发输出讯号为一工作周期为50%的方波。
- 选择外部触发源时，由于与触发源使用同一接头，将无法输出该触发讯号。
- 选择手动触发时，仪器在每一频率扫描的一开始，即自Ext Trig / FSK / Burst 接头送出一脉宽大于 1 μ s 的脉冲。

如何设定频率扫描How to set up frequency sweep

1. 按下一波型钮以选择波型(弦波、方波、斜波或任意波)，再依4.1， 4.2， 4.3 及 4.6 节的步骤设定所有必要参数。



图 4-14 设定频率扫描

2. 按下 Sweep 按钮，以开启或关闭频率扫描功能。若欲开启频率扫描功能，请确认 Sweep 按钮亮起。
3. 按下Linear/Log 字样下的软键，以切换于线性linear 及对数模式。
4. 欲设定起始频率，按下Start/Cntr字样下的软键，切换至Start 及 Stop 字样已在屏幕上反白。使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当值。以同法输入终止频率。
5. 欲设定中央频率，按下 Start/Cntr 字样下的软键，并确认 Cntr 及 Span 字样已反白。使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当值。以同法输入频率跨度。
6. 欲设定频率扫描时间，按下Sweep Time 字样下的软键。使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当值。
7. 欲设定 the marker，按下 Mkr 字样下的软键，以切换Freq 及 OFF 之间。若选择 Freq，则可使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当marker 值。
8. 欲设定触发设定，按下 Trig Setup 字样下的软键，以进入触发设定子目录：
 - a.欲设定触发源，按下Src 字样下的软键，再选择Int (内部)、Ext (外部) 或 Man (手动)。
 - b.选择内部或手动触发源时，可使用Trig Out 字样下的软键来设定trigger out signal，选择OFF，上升端触发(rising-edge trigger) 或下降端触发。
 - c.选择外部触发源时，可使用Slope 字样下的软键，以切换于上升边缘触发 (rising-edge trigger) 或下降边缘触发。

d. 按下 DONE 字样下的软键，结束触发设定。



图4-15 Trig Setup 设定子目录

9. 按下Graph 按键以检视所有波型参数。

远程操作模式

```
SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic} SWEep:TIME  
{<seconds>|MINimum|MAXimum } FREQUency:START  
{<frequency>|MINimum|MAXimum } FREQUency:STOP  
{<frequency>|MINimum|MAXimum } FREQUency:CENTER  
{<frequency>|MINimum|MAXimum } FREQUency:SPAN  
{<frequency>|MINimum|MAXimum } MARKer:FREQUency  
{<frequency>|MINimum|MAXimum } MARKer {OFF|ON} SWEep:STATE  
ON
```

使用此指令设定触发源: TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTernal|BUS}

使用此指令设定触发端: TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

使用以下指令设定 *Trig Out* signal:OUTPut:TRIGger:SLOPe
{POSitive|NEGative} OUTPut:TRIGger {OFF|ON}

4.13 丛发 (Burst Operation)

3400A 提供产生丛发的功能，以选定的波形产生指定波数的输出波。丛发可由内部触

发、手动触发、外部触发或以外部闸门方式产生。弦波、斜波、脉冲、方波及任意波均可以触发或闸门模式产生丛发，杂波则只可以闸门模式产生丛发。

触发模式(Triggered Burst Mode) 此为预设模式。3400A 在每一次收到触发讯号时，输出指定波数的波，此波数被称为丛发数。产生指定的波数后，波形产生器即停止动作，等待下一个触发讯号。使用者可选择内部触发，或以前面板 *Trigger* 按钮进行手动触发，或以后面板 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头进入的讯号进行外部触发，或以远程接口进行软件触发。

外部闸门模式(External Gated Burst Mode) 外部闸门模式时，丛发的长度决定于来自后面板 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头的外部讯号的电位。在闸门讯号为高电位时，波形产生器将输出一连续波。闸门讯号为低电位时，输出波将完成现行周期并停止在起始相位的电位值。若讯号源为一杂波，输出立即停止。

		丛发数 (Burst Count)	Burst Period	Burst Phase	Ext Trig Signal Polarity
触发模式 (Triggered mode)	内部(Internal)	√	√	√	
	外部(External), 手动(Manual)	√		√	
闸门模式(Gated mode)				√	√

表 4.13-1 各触发模式的适用参数。

丛发数(Burst Count) 丛发数代表出现于丛发中的波数。但此参数只用于触发模式，默认值为1，而范围为1 至 50, 000 之间的任何整数，另外也可将丛发数设为无限大。

设定为内部触发源时，波形产生器以丛发周期换算所得的速率重复地产生丛发，而丛发周期则为两个连续丛发起始的时间间隔。丛发数必须小于丛发周期和波型频率的乘积：

$$\text{BurstCount} < \text{BurstPeriod} \times \text{WaveformFrequency}$$

波形产生器会自动提高调整丛发周期(至允许的最大值)以配合所设定的丛发数。而频率

则不受丛发數的影响。

丛发數不适用于闸门模式。若在闸门模式下设定了丛发數，波形产生器将记住此參数值，于下次触发模式时引用。

波型频率(Waveform Frequency) 波型频率定义为触发讯号为高电位时输出波的频率大小。在触发模式下，波形产生器以波型频率输出指定的波數。在闸门模式下，当外部闸门讯号为高电位时，即输出波型频率。

波型频率默认值为1 kHz，范围则视波型而有所差别：斜波为1 μHz 至 200 kHz，方波为1 μHz 至 25 MHz，脉冲及任意波为1 μHz 至 10 MHz，弦波为1 μHz 至 50MHz。内部触发的丛发，其频率最小值为2.001 mHz。若使用弦波或方波，惟在选择无限丛发數时，才可设定大于10 MHz 的波型频率。

丛发周期(Burst Period) 丛发周期为一丛发起始的时间至下一次丛发起始的时间间隔。此參數只用于内部触发模式，默认值为10 ms 而范围则为1 μs 至500 秒。

设定的丛发周期必须长至足够输出所设定的丛发數。若所设丛发周期太短，波形产生器将自动调整，使其可以配合指定的丛发數及波型频率。

$$\text{BurstPeriod} > \text{BurstCount} / \text{WaveformFrequency} + 200\text{ns}$$

丛发相位(Burst Phase) 丛发相位定义为丛发的起始相位，默认值为 0 度，而范围则为-360 度至 +360 度。由前面板设定丛发相位时，提供的单位只有 "度"，若由远程操作设定丛发相位时，则可自"度"及"弧度"两种单位中选择。

在弦波、斜波及方波裡，0 度为波形通过零电位时或上升时的直流偏移。在任意波裡，则是指定的第一个波点。在脉冲及杂波裡，丛发相位则无效应。

闸门丛发模式时，在闸门讯号为低电位时，仪器即完成输出并停止动作，此时输出波维持与起始相位相同的电位值。

触发源(Trigger Source) 预设的触发源为内部触发源，另有外部触发源及手动触发源可供选择。当机器设定在触发模式时，3400A 在每一次收到触发讯号时，会输出指定波數的波，产生指定的波數后，波形产生器即停止动作，等待下一个触发讯号。设定为内部触发源时，波形产生器以丛发周期换算所得的速率重复地产生丛发。设定为手动触发源时，机器则在每次使用者按下Trigger 键时输出丛发。

设定为外部触发源时，每一次 *Ext Trig* 接头收到指定极性的 TTL 脉冲时，仪器即输出一丛发。若在输出丛发时收到触发讯号，触发讯号将被忽略。

设定为手动或外部触发源时，丛发相位和丛发数维持不变，但丛发周期则被忽略。

(触发输出讯号)**Trigger Out Signal** 内部或手动触发时，使用者可由后面板 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头输出一与丛发同步的触发输出讯号。启动时，在丛发起始时会有一指定由正向或负向边缘触发之 TTL 方波由 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头被输出。另外，由于与触发源使用同一接头，外部触发模式将无法有触发输出讯号。选择内部触发源时，该触发输出讯号为一工作周期为 50% 的方波。选择手动触发时，仪器在每一频率扫描的一开始，即自 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头送出一脉宽大于 1 μ s 的脉冲。

如何设定丛发

1. 按下一波型钮以选择波型(直流波不适用于此处，而杂波只用在闸门触发模式)。
2. 参见 3.4 节以设定波型频率。
3. 按下 **Burst** 钮以切换于丛发(burst) 模式。
4. 按下 **N Cyc/Gated** 字样下的软键，切换于 **triggered burst** 模式及 **external gated** 模式。确认屏幕上的选项已反白。



图 4-16 设定丛发

- 触发丛发模式
1. 按下 **#Cyc/Inf** 字样下的软键，以切换于有限与无限丛发数之间：
 - 欲设定有限之丛发数，确认 **#Cyc** 字样已反白，然后使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当值。
 - 欲设定无限之丛发数，按下 **#Cyc/Inf** 字样下的软键，并确认 **Inf** 字样已反白。
 2. 按下 **Start Phase** 字样下的软键，使用数字键盘或旋钮及箭头键输入适当相位。
 3. 按下 **Trig Setup** 字样下的软键，以进入触发设定子目录：

- a. 欲选择触发源，按下Src 字样下的软键，然后选择欲用之触发源。
- b. 若选择内部或手动触发源，您可藉由按下Trig Out 字样下的软键，以设定trigger out 讯号， 您可选择关闭(OFF) ， 上升边缘触发或下降边缘触发。
- c. 若选择外部触发源，按下Slope 字样下的软键，即可切换于上升边缘触发或下降边缘触发。
- d. 按下 DONE 字样下的软键以完成设定。

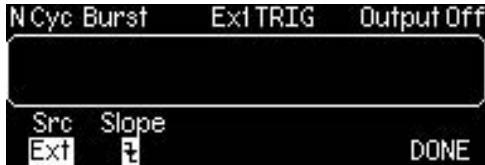


图4-17 Trig Setup 设定子目錄

4. 若选择内部触发源，按下Burst Perd 字样下的软键，使用數字键盘或旋钮及箭头键输入适当丛发周期值。
5. 按下 Graph 钮以检视所有參數。

- 外部闸门丛发模式

1. 欲设定外部闸门讯号的极性，按下 Polar 字样下的软键，可切换于正及负极之间。确认所做的选项已反白。
2. 按下 Start Phase 字样下的软键，使用數字键盘或旋钮及箭头键输入适当相值。
3. 按下 Graph 钮以检视所有參數。



图 4-18 设定外部闸门丛发

远程操作模式FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMp|PULSe | USER}
 FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum} BURSt:MODE

{TRIGgered|GATed} BURSt:GATE:POLarity { NORMal|INVerted }
BURSt:NCYCles {<#cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}
BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum} BURSt:PHASe
{<angle>|MINimum|MAXimum} UNIT:ANGLE {DEGREE|RADIan}
TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS} TRIGger:SLOPe
{POSitive|NEGative} OUTPut:TRIGger:SLOPe{POSitive|NEGative}
OUTPut:TRIGger {OFF|ON} BURSt:STATe ON

4.14 Pattern 输出

除任意波(見4.6 节)外, 3400A 提供了输出指定 **pattern** 的能力。Pattern 在16 位解析度下可多达256k 点。如同任意波, **pattern** 输出提供了五种内建**patterns** 及多达四种使用者定义的 **patterns** 。这些均储存于非挥发性内存中。内建**patterns** 为指數上升 (**exponential-rise**) 、指數下降 (**exponential-fall**) 、负斜波 (**negative-ramp**) 、 **sinc** 及 **cardiac** 。预设 **pattern output** 为指數上升 (**exponential-rise**) 。

使用者定义的 **patterns** 3400A 提供使用者定义的 **patterns**。使用者可使用

Wavepatt 波形及**pattern** 编辑器, 自创 **patterns** 或自示波器加载之前抓取的波

形。**Wavepatt** 的在线支持可提供更多资讯。

如何设定 **pattern** 输出

1. 按下 **Utility** 键以进入子目錄。
2. 按下[PATT MODE] 字样下的软键，以进入 **PATTERN** 子目錄。
3. 按下 **Fclk/Perd** 字样下的软键，可切换于 **Fclk** (频率) 及**Perd** (周期)之间。參見 3.4 节中设定频率/周期的方法。
4. 按下**Start Addr (End Addr)** 字样下的软键，以设定起始点/结束点。使用數字键盘或旋钮及箭头键输入适当值。按下**Enter** 字样下的软键以完成输入，或按下 **Cancel** 字样下的软键取消设定。
5. 按下 **RPT** 字样下的软键，以切换于**ON**(开启) 及 **OFF**(关闭) 重复输出。
6. 按下 **Select Pattern** 字样下的软键，以进入选择子目錄：
 - a.按下 **Built In** 字样下的软键，再按下相关按键，自内建**pattern** 中选择其一。
 - b.按下 **Store Wform** 字样下的软键，再按下相关按键，自使用者定义的**pattern** 中选择其一。
 - c.若须删除使用者定义的 **pattern** ，按下**Delete Store** 字样下的软键，再按下相关按键，自使用者定义的**pattern** 中选择欲删除之**pattern**。
7. 欲作触发设定，按下**Trig Setup** 字样下的软键，以进入触发设定子目錄：
 - a.欲指定触发源，按下 **Src** 字样下的软键，自 **Ext** (外部) and **Man** (手动)。
 - b.选择手动触发时，可按下**Trig Out** 字样下的软键以设定触发输出讯号，自**OFF**、**rising-edge trigger** 及 **falling-edgetrigger** 中选择其一。
 - c.选择外部触发时，可按下**Slope** 字样下的软键，以切换于**rising edge trigger** 及 **falling edge trigger** 之间。
 - d.按下 **DONE** 字样下的软键以完成触发设定。

Pattern Out

这是一平行接口，包含一边缘选择的频率及16 位资料。使用者可以1uHz 至50MHz 的速度藉此界面送出资料。

按下 [PATT Mode] 字样下的软键，以进入**Pattern** 模式。设定 **pattern clock** 的频率，其范围为1uHz ~ 50MHz. 此设定与图 3-3 频率设定類似。





选择pattern 的文件名称， 如 EXP_RISE、 EXP_FALL 、 NEG_RAMP、 SINC、 CARDIAC。此设定与任意波选择设定类似。



设定pattern 的起始点 (最小值为1) 。



设定pattern 的结束点。



设定 pattern 的触发源，例如 EXT 或 BUS. (此处无 IMM 内部触发)。设定 patternout 的触发端，例如positive (rising) edge 或 negative (falling) edge.



设定 pattern repeat ，例如 yes (ON) 或 no (OFF) 。选择频率边缘(上升或下降)锁定资料。



PATTERN OUT Commands: (Add Pattern Out Commands)

FUNCTION:PATTERN {data name} 选择pattern 的文件名称， 如 EXP_RISE、EXP_FALL、NEG_RAMP、 SINC、CARDIAC。

FUNCTION:PATTERN?

询问pattern 的文件名称。

DIGital:PATtern:FREQuency {<frequency>, MINimum, MAXimum}

设定 pattern clock 的频率， 其范围为1uHz ~ 50MHz 。

DIGital:PATtern:FREQuency? {MINimum, MAXimum}

询问pattern 的频率最大最小值。

DIGital:PATtern:STARt {<address>, MINimum, MAXimum}

设定pattern 的起始点（最小值为1）。

DIGital:PATtern:STARt? {MINimum, MAXimum}

询问pattern 的起始点。

DIGital:PATtern:STOP {<address>, MINimum, MAXimum}

设定pattern 的结束点。

DIGital:PATtern:STOP? {MINimum, MAXimum}

询问pattern 的结束点。

DIGital:PATtern:REPeat {ON, OFF} 设定 pattern repeat , 例如 yes (ON) 或 no (OFF) 。

DIGital:PATtern:REPeat?

询问pattern out 状态， 是否为 repeat 。

DIGital:PATtern:CLOCK {POS, NEG} 设定在频率上升

(positive) 或下降(negative) 边缘锁定资料。

DIGital:PATtern:CLOCK? 询问在频率上升(positive) 或下降(negative) 边缘锁定资料。

DIGital:PATtern:TRIGger:SOURce {EXT, BUS}设定 pattern 的触发源, 选项为 EXT 或 BUS. (此处无 IMM 内部触发)。

DIGital:PATtern:TRIGger:SOURce? 询问pattern 的触发源。

DIGital:PATtern:TRIGger:SLOPe {POS, NEG} 设定 pattern 的触发端, 选项为上升(positive) 或下降(negative) 边缘。

DIGital:PATtern:TRIGger:SLOPe? 询问pattern 的触发端。

DIGital:PATtern:OUTPut:TRIGger {OFF, ON} 设定 pattern out 的触发状态, 选项为ON 或OFF。

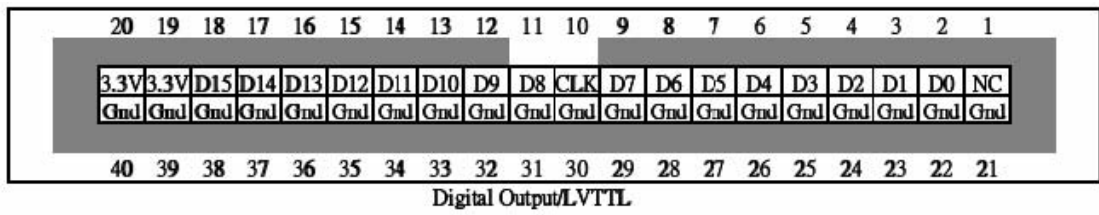
DIGital:PATtern:OUTPut:TRIGger? 询问pattern out 的触发状态。

DIGital:PATtern:OUTPut:TRIGger:SLOPe {POS, NEG}设定 pattern out 的触发端, 选项为positive (rising) edge 或 negative (falling) edge 。

DIGital:PATtern:OUTPut:TRIGger:SLOPe?询问 pattern out 的触发端。

DATA:PATTERN VOLATILE, <binary block>将二进制数值以IEEE-488.2 binary block 的格式加载挥发性内存。每个波形可载入1 至 262144 (256K) 点。

Socket pin out structure

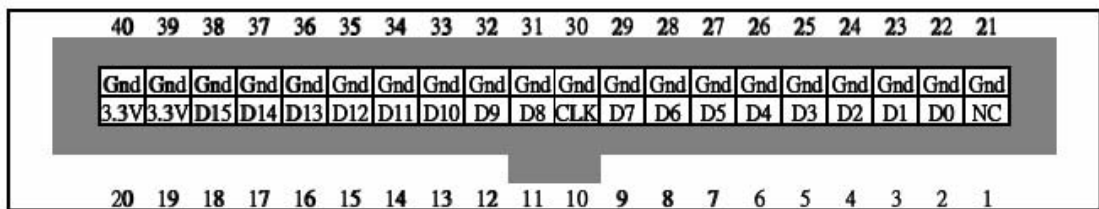


Pattern Generator 缆线此 40-pin 缆线用来将使用者的设备与仪器连接。

Pattern Generator 缆线 **Pattern Generator** 接收器

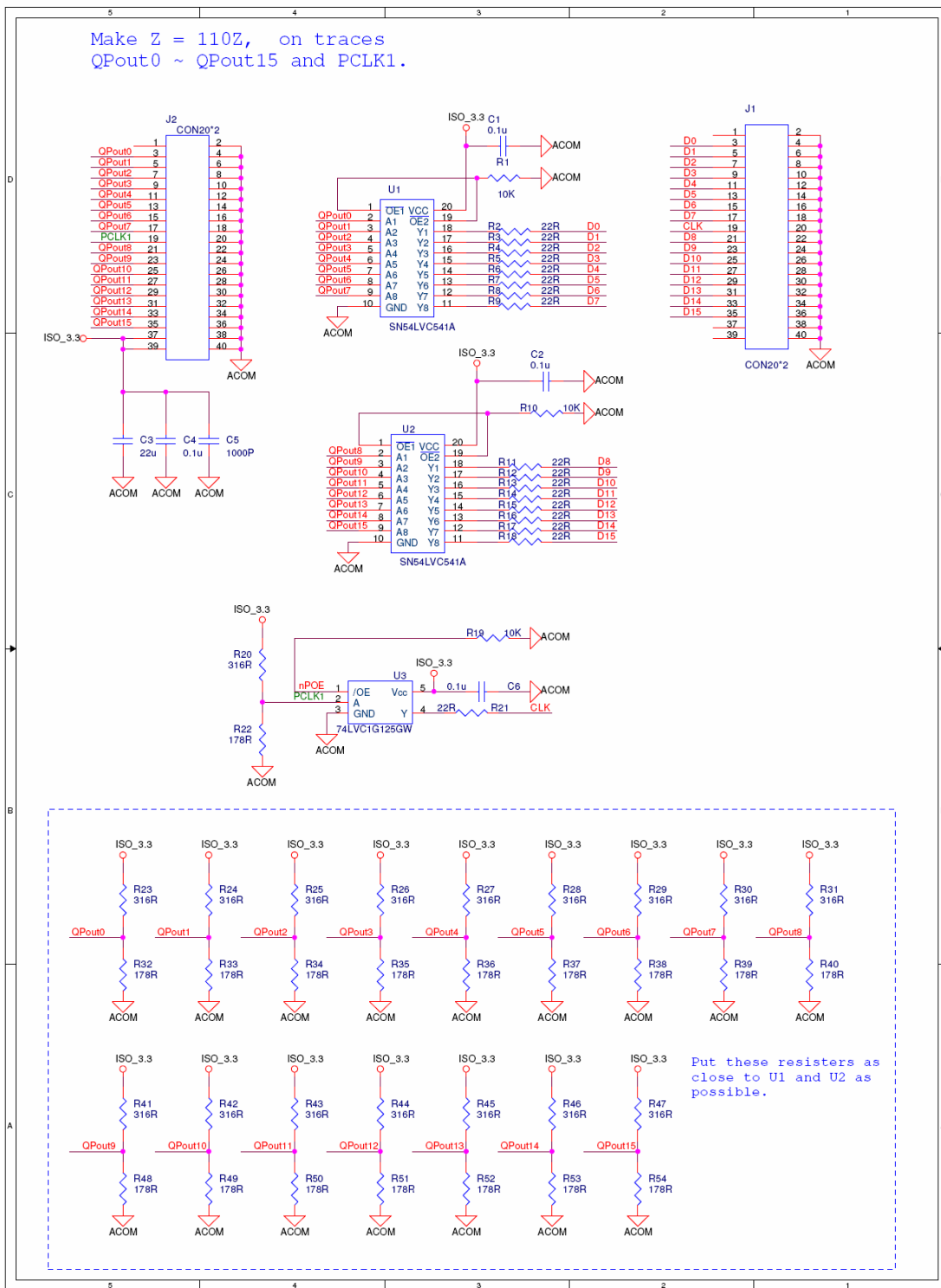


Pattern Generator 接收器的接角示意图



接收器的设计图

Make Z = 110Z, on traces
 QPout0 ~ QPout15 and PCLK1.



5 系统操作

5.1 触发 (Triggering)

触发仅适用于丛发及频率扫描，可选择内部、外部或手动触发。默认值为内部触发，此时仪器将连续输出所选择的波型。

后面板的 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头用来接收外部触发源。每一次波型产生器自 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头收到一 TTL 脉冲时，都会输出一丛发或频率扫描。您可设定仪器在外部触发源的上升端或是下降端作触发。

手动触发时，每一次前面板的 **Trigger** 钮被按下时，波型产生器即输出一丛发或频率扫描。当波型产生器在等待触发时，**Trigger** 钮即会亮起。选择非丛发或频率扫描波时，触发功能即自动关闭。

如何选择触发源

1. 先开启丛发或频率扫描功能，再按下 **Trig Setup** 字样下的软键。
2. 按下 **Src** 字样下的软键，再自内部(**internal**)、外部(**external**) 或手动(**manual**) 触发源中择一。选定之后，屏幕上应显示出触发设定。
3. 按下 **DONE** 字样下的软键以完成设定。

请注意触发源设定储存于挥发性内存中，所以在关机之后仪器默认值将被重新加载。

远程操作模式

TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS}

如何设定外部触发源的触发端

1. 选择外部触发源之后，按下 **Slope** 字样下的软键，以切换于上升端及下降端之间。
2. 按下 **DONE** 字样下的软键以完成设定。

远程操作模式

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

软件触发 (**Software Triggering**) 在软件触发模式中，由远程接口以一 **bus** 指令做触发动作。波型产生器收到指令时，即送出丛发或频率扫描。这动作类似手动触发中按下前面板的 **Trigger** 钮。

远程操作模式欲从远程接口触发，将触发源设为 **BUS: TRIGger:SOURCe BUS**

再以以下指令触发：***TRG TRIGger**

外部触发(**External Triggering**) 在以下的操作模式中，均有一外部讯号自后面板的 *Ext Trig/ FSK / Burst* 接头进入：

- 外部调变**FSK** 模式(**Externally-modulated FSK mode**): 当接头处为低电位时，将输出载波频率，当接头处为高电位时，将输出跳跃频率。转移速率的最大值为 100 kHz 。
- 触发频率扫描模式(**Triggered sweep mode**): 每一次 *Ext Trig/ FSK / Burst* 接头收到TTL 脉冲，波型产生器将在指定边缘输出一频率扫描。
- 触发丛发模式(**Triggered burst mode**): 波型产生器每次自 *Ext Trig/ FSK / Burst* 接头收到指定极性的TTL 脉冲，即会输出一频率扫描。
- 外部闸门丛发模式(**External gated burst mode**): 当 *Ext Trig/ FSK / Burst* 接头收到的闸门控制讯号为高电位时，波型产生器将输出一连续波。当闸门控制讯号转为低电位时，波型产生器完成现有的周期，停止于与起始丛发相位相同的电位值。使用杂波时，当闸门控制讯号转为低电位，输出立即停止。

触发输出讯号(**Trigger Out Signal**) 触发输出讯号由后面板 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头输出，该讯号为一TTL 之方波，可指定由正向或负向边缘触发。

- 选择内部触发源时，该触发输出讯号为一工作周期为50%的方波，而触发输出讯号的周期与频率扫描时间或丛发周期相等。
- 选择外部触发源时， 由于与触发源使用同一接头，将无法输出该触发讯号。
- 选择手动触发或 **BUS** 触发源时，仪器在每一频率扫描的一开始，即自 *Ext Trig / FSK / Burst* 接头送出一脉宽大于 1 μ s 的脉冲。

如何设定触发输出讯号

1. 启动 **sweep** 或 **burst mode** 后，按下 **Trig Setup** 字样下的软键以启动 **trigger setup** 子目录。
2. 按下 **Trig Out** 字样下的软键，再选择 **OFF**、**rising-edge trigger** 或 **falling-edge trigger**。
3. 按下 **DONE** 字样下的软键以完成程序。

远程操作模式

OutPut:TRIGger {OFF|ON}

OutPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

5.2 储存仪器状态

3400A 提供五个非挥发性内存地址供使用者储存仪器状态。经储存的仪器状态可记住所有参数，包含波形、频率、直流偏移、振幅、工作周期、对称性、调变及所有调变参数。

第一个储存地址标号为“0”，保留给关机状态，但您可使用所有地址储存其它仪器状态。标号“0”的地址只能由远程接口读取。虽然您可将仪器状态存入标号“0”的地址，但它总是保留给关机状态。所有先前存入此地址的仪器状态，在关机时均会被存入之关机状态盖过。

使用者可自远程命名所有储存地址，但若由面板操作时，则只能命名标号1 至4 的地址，无法命名标号“0”的地址。名称可含多至12 字符，但第一个字符则必须是英文字母，其它则可为英文字母、数字或“_”。

如何储存/读取仪器状态

1. 按下Store/Recall 键以进入仪器状态子目录。



图 5-1 储存/读取仪器状态子目录

2. 欲儲存儀器狀態， 按下 **StoreState** 字樣下的軟鍵， 以進入儲存儀器狀態子目錄：
 - a. 按下數字下的軟鍵， 選取一儲存地址(前面板可選擇地址1 至 4)。
 - b. 您可為所選擇的地址命名。利用數字鍵盤及旋鈕輸入英文字母。
 - c. 按下**Store State** 字樣下的軟鍵， 完成儲存動作。或按下**Cancel** 字樣下的軟鍵取消。



图5-2 “Store State” 子目錄

3. 欲讀取先前儲存的狀態， 按下 **RecallState** 字樣下的軟鍵， 以進入讀取儀器狀態子目錄：
 - a. 按下欲讀取儀器狀態所在位置號碼下的軟鍵。
 - b. 按下 **Recall State** 字樣下的軟鍵以讀取儀器狀態， 或按下**Cancel** 字樣下的軟鍵取消。



图5-3 “Recall State” 子目錄

4. 欲刪除先前儲存的狀態， 按下 **Del State** 字樣下的軟鍵， 以進入刪除儀器狀態子目錄：
 - a. 按下欲刪除儀器狀態所在位置號碼下的軟鍵。
 - b. 按下 **DeleteState** 字樣下的軟鍵， 以刪除儀器狀態。或按下**Cancel** 字樣下的軟鍵取消。

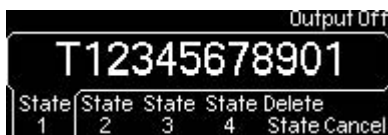


图5-4 “Del State” 子目錄

5. 欲設定開機狀態(power-on state) (i.e., 儀器開機時的狀態)， 按下**PowerON** 字樣下的軟鍵， 以進入儀器開機狀態子目錄：
 - a. 按下藍色軟鍵選取一記憶位置號碼， 或按下**State Def** (出廠默認值) 字樣下的軟鍵。
 - b. 確認選項出現在**PowerOn** 字樣下。



图 5-5 “PowerOn” 子目錄

6. 欲加载仪器出厂默认值，按下Set to Def 字样下的软键，显示屏幕上应出现确认讯息。按下 Yes 字样下的软键以完成程序，或按下Cancel 字样下的软键取消。

远程接口操作

```
*SAV {0|1|2|3|4} *RCL {0|1|2|3|4}
Memory:STATE:NAME {0|1|2|3|4} [, <name>]
```

5.3 显示模式控制

3400A 提供将显示屏幕关掉的功能，使用此项功能可能是为保护资料，或是希望加快执行指令的速度。此项功能只能自远程操作來控制。

远程操作模式使用以下指令以关闭屏幕显示: DISP OFF 使用以下指令以在屏幕上显示一讯息，并开启屏幕显示: DISP:TEXT 'message to display'使用以下指令以清除屏幕上讯息: DISP:TEXT CLEAR

注记

- 屏幕显示在开机时总是自动打开， *RST 指令自动执行，并自动切换回前面板控制。
- 在屏幕显示关闭时，仍将显示错误讯息。
- 屏幕显示设定可以*SAV 指令记住。若以 *RCL 指令重新加载仪器设定，则将加载被储存时之状态。

5.4 蜂鸣器

3400A 在侦测到错误时，会发出哔声。必要时您可选择将此功能关闭。蜂鸣器的设定储存于非挥发性内存中，所以在关机或远程重设后，设定并不改变。

如何开/关蜂鸣器

1. 按下**Utility** 键，再按下字样下的蓝色软键以进入系统子目录。
2. 按下**Beep** 字样下的蓝色软键即可开或关闭此功能。

远程操作模式

SYSTem: BEEPer

SYSTem: BEEPer: STATe {OFF|ON}

5.5 音效

3400A 在按下每个按键时，都会发出声响，必要时您可选择将此音效关闭。音效设定储存于非挥发性内存中，所以在关机或远程重设后，设定并不改变。

如何开/关音效

1. 按下**Utility** 键，再按下字样下的蓝色软键以进入系统子目录。
2. 按下**Sound** 字样下的蓝色软键即可开或关闭此功能。

远程操作模式

SYSTem: SOUND

SYSTem: SOUND: STATe {OFF|ON}

5.6 错误讯息

波型产生器可储存多达**20** 个语法或硬件错误。每一错误字串可包含多达**255** 个字符。每一次波型产生器侦测到错误时，都会发出哔声 (除非已关闭蜂鸣器)。错误储存的方式为先进先出，而且一但被读取后，即被清除。您可使用***CLS** 指令自远程清除错误讯息串。***RST** 指令并不作清除错误讯息串的动作。但关机动作则会清除错误讯息串。有关错误串及其讯息请见第七章。

如何讀取错误讯息

1. 按下**Help** 键以进入 **help** 功能。
2. 利用向上及向下软键变换选项，直至“**View remote command error queue**”选项反白。
3. 按下“**Select**”字样下的藍色软键以显示错误讯息。
4. 按下**DONE** 字样下的藍色软键以完成程序并離開。

远程操作模式使用以下指令讀取一个
错误讯息：**SYSTem:ERRor?** 使用
以下指令清除所有错误讯息：***CLS**

5.7 校正

在做校正或自我测试时，您必须先输入安全密码。

前面板操作

1. 按下 **Utility** 键，然后按下 **System** 字样下的软键，以进入相关子目錄。
2. 按下**Test/Cal** 字样下的软键，以數字键盘输入安全密码。

6 远程接口操作

3400A 提供三种远程接口: USB、LAN 及 GPIB (IEEE-488)。若使用 GPIB, 您必须加装 GPIB 适配卡。本章将说明设定远程接口的操作, 并列出的 SCPI (Standard Commands for Programmable Instrument) 指令。初次使用 SCPI 的使用者, 请参考附录 B。

6.1 远程接口设定

3400A 提供内建网路服务器, 使用者可用微软公司的网路浏览器 Internet Explorer 或 Mozilla 公司提供的 Firefox 网路浏览器来做远程控制。不需额外软件。

USB 接口如何设定 **USB** 接口以 USB 接线将您的计算机连接至后面板的 USB 接头。接好之后, 波型产生器即自动设定 USB 接口。您可按下 Utility 键, 然后 IO 软键, 再选 Show USB Id 软键以确认 USB 界面 ID。

GPIB 接口在您设定 GPIB 接口之前, 必须先将 GPIB 适配卡插入后面板的界面插槽内, 将 3400A 应用软件安装至您的个人计算机中, 并执行此程序。欲设定 GPIB 接口, 先将波型产生器与您的计算机之间, 以适当的 GPIB 线连上, 再设定波型产生器的 GPIB 地址。出厂欲设的 GPIB 地址是 10。此地址可为 0 与 30 间的任何整数。此地址储存于非挥发性内存中, 因此在关机或远程重设后, 并不改变。您应避免使用与计算机中 GPIB 适配卡相同的地址。

如何设定 **GPIB** 接口

1. 按下 Utility 键, 再按 I/O 字样下的软键。
2. 按下 GPIB Addr 字样下的软键, 然后用数字键盘或旋钮键入一 GPIB 地址。
3. 按下 DONE 字样下的软键以完成此程序。

6.1.3 LAN 接口在使用 LAN (Local Area Network) 接口前, 您必须设定一些参数。您应向网路管理员询问, 以获得正确的 LAN 参数。以下说明这些参数。

IP 地址

IP地址用來辨識網路上的機器，以下列型式表示“nnn.nnn.nnn.nnn”。其中“nnn”为介于0 到 255 的位值。IP 地址储存于非挥发性内存中，故此在重新开机时并不会被消除。

若采用 DHCP， 仪器自动从網路上的DHCP 服务器取得一IP 地址。若3400A 无法自DHCP 服务器取得IP 地址，则将采用目前的 IP 地址。

子网路屏蔽(Subnet Mask)

网路管理员以子网路分割网路，均匀分配网路流量，简化网路管理。子网路屏蔽用來定义一子网路的地址范围。例如，主机地址10.10.3.101 和子网路屏蔽255.255.255.0 說明此主机属于子网路10.10.3.1 至10.10.3.254(10.10.3.0 及10.10.3.255 保留给特别用途)。子网路屏蔽的IP 地址储存于非挥发性内存中，故此在重新开机时并不会被消除。

若采用 DHCP， 仪器自动从網路上的DHCP 服务器取得一子网路屏蔽。

预设网路器Default Gateway

网路器用來連接两个不同网路。预设网路器之设定为与波型产生器連接的网路器IP 地址。预设网路器的IP 地址储存于非挥发性内存中，故此在重新开机时并不会被消除。

若采用 DHCP， 仪器自动从網路上的DHCP 服务器为预设网路器取得一IP 地址。

主机名称 (Host Name)

主机名称是一用來辨識機器的名字。加上网域名称(domain name)，就如同IP 地址一样，可辨識網路上的機器。名字中的字符可为數字、英文字母横线(“-”)或底线(“_”)。

网域名称(Domain Name)

网域是一种管理网路主机群的单位。网域名称就像主机名称一样，以较适合人使用的方式表示。名字中的字符可为數字、英文字母横线(“-”)或底线(“_”)。

Domain 是一个分层级的系统，有点像计算机的目錄树结构：在最顶端的是一个“root”，如：com、org、 edu 等；再下面是组织名称，如：ibm、microsoft 、intel 等公司名；继而是主机名称。因为当初网际网路是从美国发展起的，所以当时并没有国域名称，但随着后来的蓬勃发展，DNS 也加进了诸如 tw、hk、cn 等国域名称。所以一个完整

的 dns 名称就如此例: www.xyz.com.tw , 而整个名称对应的就是一个(或多个) IP 地址了。例如, 网域名称 "www.ARRAY.com.tw" 由host name "www" 及三个 domains:"ARRAY", "com" 及国码"tw"组成。Host name 和网域名称之间以"." 连接。

DNS 服务器

DNS (Domain Name Service) 是将网域名称转换为IP 地址的服务。 DNS 地址即为提供此项服务之服务器的IP 地址。此设定储存于非挥发性内存中, 故此在重新开机时并不会被消除。

如何设定 **LAN** 接口

1. 按下 **Utility** 键, 然后按下I/O 下的蓝色软键。
2. 按下LAN 字样下的蓝色软键, 以进入LAN 子目录。您可设定 IP 地址及相关参数 (按IP Setup 软键以进入), DNS 设定 (按 DNS Setup 软键以进入) 或是查看目前LAN 设定 (按Current Config 软键以进入) 。

IP Setup 子目录

3. 按下 IP Setup 软键以进入。
4. DHCP
 - a.按下 DHCP 下的蓝色软键以切换于DHCP OFF 及 DHCP ON 之间。
 - b.若选择 DHCP OFF, 您必须依照以下步骤输入 IP 地址, subnet mask 及预设网关器。若选择 DHCP ON, 则以上设定都将由DHCP 服务器处取得。
5. IP 地址
 - a.若 DHCP 为off 状态, 按下IP Addr 字样下的蓝色软键, 以设定 IP 地址。
 - b.以数字键盘输入IP 地址。
 - c.按下Enter 下的蓝色软键以完成输入或按下Cancel 下的蓝色软键取消。
6. Subnet Mask
 - a.若DHCP 为 off 状态, 按下 SubMask 下的蓝色软键, 以设定subnet mask.
 - b.只能使用数字键盘输入此值。
 - c.按下Enter 下的蓝色软键以完成程序, 或是按下Cancel 下的蓝色软键取消。
7. Default Gateway
 - a.若DHCP 为 off 状态, 按下Def Gate 下的蓝色软键, 以设定预设网关器的IP 地址。
 - b.只能使用数字键盘输入此值。
 - c.按下Enter 下的蓝色软键以完成程序, 或是按下Cancel 下的蓝色软键取消。

8. 按下 DONE 下的蓝色软键以回到LAN 子目录。 **DNS Setup** 子目录

9. 按下 **DNS Setup** 下的藍色软键以进入此子目錄。
10. Host Name
 - a. 按下 **Host Name** 下的藍色软键以设定波形产生器的 **host name** 。
 - b. 用數字键盘或旋钮及箭号键输入英文字母或符号。
11. Domain Name
 - a. 按下 **DomainName** 下的藍色软键。
 - b. 用數字键盘或旋钮及箭号键输入英文字母或符号。
12. DNS Server
 - a. 按下 **DNS Serv** 下的藍色软键。
 - b. 使用數字键盘输入**DNS server** 的IP 地址。
 - c. 按下**Enter** 下的藍色软键以完成程序，或是按下**Cancel** 下的藍色软键取消。
13. 按下 **DONE** 下的藍色软键以返回 **LAN** 子目錄。检视目前设定
14. 按下**Current Conf** 下的藍色软键，以显示目前**LAN** 设定。

6.2 远程接口指令

一旦远程接口设定好之后，使用者可以 **SCPI (Standard Commands for Programmable Instrument)** 指令來指示 **3400A** 输出波形。此章节列出所有可用于控制波形产生器的**SCPI** 指令。初次使用 **SCPI** 的使用者，请参考附錄 **B** 中的介绍。

下列符号用于**SCPI** 语法中。三角括号，**<>**，表示括号内必须为一数值。中括号，**[]**，表示括号内参数可被省略。大括号，**{}**，表示括号内参数为一指令字串。直线，**|**，用来分隔多种参数选项。

The **APPLY** Commands

APPLY:SINusoid [**<frequency>** [, **<amplitude>** [, **<offset>**]] **APPLY:SQUare**

[<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY:RAMP [<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY:PULSE [<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY:NOISE [<frequency|DEF>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY:DC [<frequency|DEF>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY:USER [<frequency>[, <amplitude>[, <offset>]]] APPLY?

输出设定指令(**Output Configuration Commands**)

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|PULSE|NOISE|DC|USER} FUNCTION?
 FREQUENCY {<frequency>|MINimum|MAXimum} FREQUENCY?
 [MINimum|MAXimum] VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum}
 VOLTage? [MINimum|MAXimum] VOLTage:OFFSet
 {<offset>|MINimum|MAXimum} VOLTage:OFFSet ?[MINimum|MAXimum]
 VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum}VOLTage:HIGH?
 [MINimum|MAXimum]VOLTage:LOW
 {<voltage>|MINimum|MAXimum}VOLTage:LOW?
 [MINimum|MAXimum]VOLTage:RANGE:AUTO {OFF|ON|ONCE}
 VOLTage:RANGE:AUTO? VOLTage:UNIT {Vpp|Vrms|dBm} VOLTage:UNIT?
 FUNCTION:SQUare:DCYCLE {<percent> | MINimum | MAXimum}
 FUNCTION:SQUare:DCYCLE? [MINimum | MAXimum]
 FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent> | MINimum | MAXimum}
 FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum | MAXimum] OUTPUT {OFF | ON}
 OUTPUT? OUTPUT:LOAD {<ohms> | INFINITY | MINimum | MAXimum}
 OUTPUT:LOAD? [MINimum | MAXimum] OUTPUT:POLarity {NORMAL |
 INVERTed} OUTPUT:POLarity? OUTPUT:SYNC {OFF | ON} OUTPUT:SYNC?

脉冲设定指令(**Pulse Configuration Commands**)

PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum} PULSe:PERiod?
 [MINimum|MAXimum] FUNction:PULSe:HOLD {WIDTh | DCYClE}
 FUNction:PULSe:HOLD? [WIDTh | DCYClE] FUNction:PULSe:WIDTh
 {<seconds>|MINimum|MAXimum }FUNction:PULSe:WIDTh?
 [MINimum|MAXimum] FUNction:PULSe:DCYClE
 {<percent>|MINimum|MAXimum } FUNction:PULSe:DCYClE ?
 [MINimum|MAXimum]FUNction:PULSe:TRANsition
 {<seconds>|MINimum|MAXimum } FUNction:PULSe:TRANsition?
 [MINimum|MAXimum]

振幅调变指令(**Amplitude Modulation**)

CommandsAM:INTernal:FUNction{SINusoid | SQUare | RAMP |
 NRAMp |
 TRIangle | NOISe | USER} AM:INTernal:FUNction?
 AM:INTernal:FREQuency {<frequency> | MINimum | MAXimum}
 AM:INTernal:FREQuency? [MINimum | MAXimum] AM:DEPTH {<depth in
 percent> | MINimum | MAXimum } AM:DEPTH? [MINimum | MAXimum]
 AM:SOURce {INTernal | EXTernal} AM:SOURce? AM:STATe {OFF | ON}
 AM:STATe?

频率调变指令(**Frequency Modulation Commands**)

FM:INTernal:FUNction{SINusoid | SQUare | RAMP | NRAMp |
 TRIangle | NOISe | USER} FM:INTernal:FUNction?
 FM:INTernal:FREQuency {<frequency> | MINimum | MAXimum}
 FM:INTernal:FREQuency? [MINimum | MAXimum] FM:DEVIation {<peak
 deviation in Hz> | MINimum | MAXimum} FM:DEVIation? [MINimum |
 MAXimum] FM:SOURce {INTernal | EXTernal} FM:SOURce? FM:STATe
 {OFF | ON} FM:STATe?

相位调变指令(**Phase Modulation Commands**)

PM:INTernal:FUNCTion{SINusoid | SQUare | RAMP | NRAMp |
TRIangle | NOISe | USER} PM:INTernal:FUNCTion?
PM:INTernal:FREQUency {<frequency> | MINimum | MAXimum}
PM:INTernal:FREQUency? [MINimum | MAXimum] PM:DEViation {<peak
deviation in Hz> | MINimum | MAXimum} PM:DEViation? [MINimum |
MAXimum] PM:SOURce {INTernal | EXTernal} PM:SOURce? PM:STATe
{OFF | ON} PM:STATe?

FSK 指令FSKey: FREQUency {<frequency> | MINimum | MAXimum }
FSKey: FREQUency? [MINimum | MAXimum] FSKey:INTernal:RATE{<rate
in Hz> | MINimum | MAXimum } FSKey:INTernal:RATE? [MINimum |
MAXimum] FSKey:SOURce {INTernal | EXTernal}FSKey:SOURce?
FSKey:STATe {OFF | ON} FSKey:STATe?

PWM 指令PWM:INTernal:FUNCTion{SINusoid | SQUare | RAMP |
NRAMp |
TRIangle | NOISe | USER} PWM:INTernal:FUNCTion?
PWM:INTernal:FREQUency {<frequency> | MINimum | MAXimum}
PWM:INTernal:FREQUency? [MINimum | MAXimum] PWM:DEViation
{<deviation in seconds> | MINimum | MAXimum} PWM:DEViation?
[MINimum | MAXimum] PWM:DEViation:DCYCLE {<deviation in percent> |
MINimum | MAXimum} PWM:DEViation:DCYCLE? [MINimum | MAXimum]

PWM:SOURce {INTernal | EXTernal} PWM:SOURce? PWM:STATe {OFF |
ON}
PWM:STATe?

频率扫描指令(**Sweeps Commands**) FREQUency:START {<frequency> |

MINimum | MAXimum} FREQUency:START? [MINimum | MAXimum]
 FREQUency:STOP{<frequency> | MINimum | MAXimum}
 FREQUency:STOP? [MINimum | MAXimum] FREQUency:CENTer
 {<frequency> | MINimum | MAXimum} FREQUency:CENTer? [MINimum
 | MAXimum] FREQUency:SPAN{<frequency> | MINimum | MAXimum}
 FREQUency:SPAN? [MINimum | MAXimum] SWEep:SPACing {LINear |
 LOGarithmic} SWEep:SPACing? SWEep:TIME {<seconds> | MINimum |
 MAXimum}SWEep:TIME? [MINimum | MAXimum] SWEep:STATe {OFF |
 ON} SWEep:STATe? TRIGger:SOURce {IMMediate | EXTernal | BUS}
 TRIGger:SOURce? TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative} TRIGger:SLOPe?
 OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative} OUTPut:TRIGger:SLOPe?
 OUTPut:TRIGger {OFF | ON} OUTPut:TRIGger? MARKer:FREQUency
 {<frequency> | MINimum | MAXimum} MARKer:FREQUency? [MINimum
 | MAXimum] MARKer {OFF | ON}MARKer?

丛发指令(**Burst Commands**) BURSt:MODE {TRIGgered |
 GATED}BURSt:MODE? BURSt:NCYCles {<#cycles> | INFinity | MINimum
 | MAXimum}BURSt:NCYCles? [MINimum | MAXimum]
 BURSt:INTernal:PERiod {<seconds> | MINimum |
 MAXimum }BURSt:INTernal:PERiod? [MINimum | MAXimum]
 BURSt:PHASe {<angle> | MINimum | MAXimum } BURSt:PHASe?
 [MINimum | MAXimum] BURst:STATe {OFF | ON} BURst:STATe?
 UNIT:ANGLE {DEGREE | RADIAN} UNIT:ANGLE?

触发丛发TRIGger:SOURce {IMMediate | EXTernal | BUS}
 TRIGger:SOURce?

“Ext Trig” 接头的外部讯号源TRIGger:SLOPe
 {POSitive | NEGative} TRIGger:SLOPe?

外部闸门丛发Burst:GATE:POLarity {NORMal |
 INVerted} Burst:GATE:POLarity?

触发输出OUTPUT:TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative}
OUTPUT:TRIGger:SLOPe? OUTPUT:TRIGger {OFF | ON}
OUTPUT:TRIGger?

任意波指令(**Arbitrary Waveform Commands**)DATA VOLATILE, <value>, <value>, ... DATA:DAC VOLATILE. {<binary block> | <value>, <value>, ...} FORMat:BORDER {NORMal | SWAPped}FORMat:BORDER? DATA:COPY <destination arb name> [, VOLATILE] FUNction:USER {<arb name> | VOLATILE} FUNction:USER? FUNction USER FUNction? DATA:CATalog? DATA:NVOLatile:CATalog? DATA:NVOLatile:FREE? DATA:ATTRibute:AVERage? [<arb name>] DATA:ATTRibute:CFACTOR? [<arb name>]DATA:ATTRibute:POINts? [<arb name>] DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb name>]

触发指令(**Triggering Commands**) TRIGger:SOURce {IMMediate | EXTernal | BUS} TRIGger:SOURce? TRIGger *TRG

“Ext Trig” 接头的外部讯号源TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative} TRIGger:SLOPe?

外部闸门丛发Burst:GATE:POLarity {NORMal | INVerted} Burst:GATE:POLarity?

触发输出OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative} OUTPut:TRIGger:SLOPe? OUTPut:TRIGger {OFF | ON} OUTPut:TRIGger?

状态储存指令(**State Storage Commands**)

*SAV{0 | 1 | 2 | 3 | 4}

*RCL{0 | 1 | 2 | 3 | 4}MEMory:STATe:NAME {0 | 1 | 2 | 3 | 4} [, <name>]

MEMory:STATe:NAME? {0 | 1 | 2 | 3 | 4} MEMory:STATe:DELeTe {0 | 1 |

2 | 3 | 4} MEMory:STATe:RECall:AUTO {OFF |

ON}MEMory:STATe:RECall:AUTO?MEMory:STATe:VALid? {0 | 1 | 2 | 3 | 4}

MEMory:NSTates?

系统相关指令(**Sysrem-related Commands**)

SYSTem:ERRor? *IDN? DISPlay {OFF | ON}DISPlay? DISPlay:TEXT
<quoted string>DISPlay:TEXT? DISPlay:TEXT:CLEar*RST *TST?
SYSTem:VERSion? SYSTem:BEEPer SYSTem:BEEPer:STATe {OFF | ON}
SYSTem:BEEPer:STATe? SYSTem:KLOCK[:STATe] {OFF | ON}
SYSTem:KLOCK:EXCLude {NONE | LOCAL} SYSTem:KLOCK:EXCLude?
SYSTem:SECurity:IMMediate *LRN? *OPC *OPC? *WAI

接口设定指令(**Interface Configuration**

Commands)SYSTem:COMMunication:RLState {LOCAL | REMote |
RWLock}

相位锁定指令(**Phase-lock Commands**)PHASe

{<angle> | MINimum | MAXimum}PHASe? [MINimum
| MAXimum]PHASe:REFerence
PHASe:UNLock:ERRor:STATe {OFF |
ON}PHASe:UNLock:ERRor:STATe? UNIT:ANGLE
{DEGree | RADian} UNIT:ANGLE?

状态报告指令(**Status Reporting Commands**)

*STB? *SRE <enable value>*SRE? STATus:QUEStionable:CONDition?
STATus:QUEStionable[:EVENT]?STATus:QUEStionable:ENABle <enable
value> STATus:QUEStionable:ENABle?*ESR? *ESE <enable value>*ESE?
*CLS STATus:PRESet
*PSC {0 | 1} *OPC

校正指令(**Calibration Commands**)

CALibration? CALibration:COUNt?CALibration:SECure:CODE <*new code*>
CALibration:SECure:STATe {OFF|ON}, <*code*> CALibration:SECure:STATe?
CALibration:SETup <0 | 1 | 2 | 3 | ... | 94>
CALibration:SETup?CALibration:STRing<*quoted string*>
CALibration:STRing?CALibration:VALue<*value*> CALibration:VALue?

IEEE 488.2 一般指令

*CLS
*CLS
*CLS
*ESE<enable value>
*ESE?
*ESR?
*IDN?

*LRN?
*OPC
*OPC?
*PSC {0|1}
*PSC?
*RST

*SAV{0 | 1 | 2 | 3 | 4}

*RCL{0 | 1 | 2 | 3 | 4}*SRE <enable value>*SRE? *STB? *TRG *TST?

7 错误讯息

在送出不正确的指令时，仪器将发出错误讯息。不正确的指令包含语法错误、参数超出范围或是硬件失误等。本章将所有错误讯息分类并详述。若您无法于本章中找到特定错误讯息，请与服务人员联系。

错误讯息是以错误串的形式储存于机器中，并以先进先出的方式读取。第一个测得的错误将是第一个被传回的错误。3400A 在每一次侦测到错误时，都会发出哔声警告，且 ERROR 灯也会亮起。唯有在错误串中所有的错误都已被读取时，ERROR 灯才会灭掉。

若错误多达20 个以上，错误串中最后一个错误将被-350，"Queue Overflow" 所取代。除非错误讯息被读取并清除，否则无法存入新的错误讯息。若错误串中没有错误，则仪器将传回 +0，"No Error" 。

错误串可以关机、*CLS (clear status) 指令来清除。*RST (reset) 指令并不能清除错误串。

如何读取错误讯息

1. 按下 Help 按键，以进入help 目录。
2. 以上下键移动游标直至"View remote command error queue" 字样已反白。
3. 按下 "Select" 字样下的软键以显示错误讯息。
4. 按下 "DONE" 字样下的软键，跳出help 目录。

Remote interface operation

以此命令读取错误讯息：

SYSTem:ERRor? 以此命令清除错误串

中所有错误讯息：*CLS

7.1 指令错误(Command Errors)

-101 Invalid character

指令字符串中含有无效字符。

-102 Syntax error

指令字符串中含有无效语法。

-103 Invalid separator

指令字符串中含有无效分隔字符。

-105 GET not allowed

指令字符串中不允许Group Execute Trigger (GET) 。

-108 Parameter not allowed

出现过多参数。

-109 Missing parameter

参数不足。

-112 Program mnemonic too long

标头出现过多字符。

-113 Undefined header

指令无效。

-123 Exponent too large

参数之指数太大(>32759) 。

-124 Too many digits

参数之尾数太长(>255 位) 。

-128 Numeric data not allowed

参数型态不正确(参数应为数值型态) 。

-131 Invalid suffix

數值參數之尾數不正確。

-138 Suffix not allowed

不接受字尾。

-148 Character data not allowed

不接受字符。

-151 Invalid string data

無效字符串。

-158 String data not allowed

指令中出現錯誤字符串。

-161 Invalid block data

對已定義長度的資料區塊，所送出資料的字节數與標頭中定義的字节數不合。

-168 Block data not allowed

無法接受區塊資料。

-170 to -178 Expression errors

數學式不被接受。

7.2 執行錯誤(Execution Errors)

-211 Trigger ignored

收到一Group Execute Trigger (GET) 或 *TRG，但無法執行。

-221 Settings conflict; turned off infinite burst to allow immediate trigger source

设定相互抵触；已关闭无限丛发以使立即触发源生效。无限大丛发數只用于外部或 bus 触发。

-221 Settings conflict; infinite burst changed trigger source to BUS

设定相互抵触；无限大丛发數只用于外部或 bus 触发。

-221 Settings conflict; burst period increased to fit entire burst

设定相互抵触；已调整丛发周期以配合 BURS:NYNC 指令中指定的周期數波數或频率。

-221 Settings conflict; burst count reduced to fit entire burst

设定相互抵触；已降低丛发數以配合频率。

-221 Settings conflict; triggered burst not available for noise

设定相互抵触；杂波功能不适用于丛发触发模式。

-221 Settings conflict; amplitude units changed to Vpp due to high-Z load

设定相互抵触；输出终端为为"高阻抗"时，不接受 dBm 单位设定。

-221 Settings conflict; trigger output disabled by trigger external

设定相互抵触；无法使用触发输出。

-221 Settings conflict; trigger output connector used by burst gate

设定相互抵触；触发输出接头已被闸门丛发模式使用。

-221 Settings conflict; trigger output connector used by FSK

设定相互抵触；FSK 于外部触发模式时，无法使用触发输出。

-221 Settings conflict; trigger output connector used by trigger external

设定相互抵触；无法使用触发输出。

-221 Settings conflict; frequency reduced for user function

设定相互抵触；任意波频率上限为 10 MHz。

-221 Settings conflict; frequency changed for pulse function

设定相互抵触；脉冲频率上限为10 MHz。

-221 Settings conflict; frequency reduced for ramp function

设定相互抵触；斜波频率上限为200 kHz。

-221 Settings conflict; frequency made compatible with burst mode

设定相互抵触；内部触发丛发频率上限为2.001 MHz。

-221 Settings conflict; burst turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭丛发。

-221 Settings conflict; FSK turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭FSK。

-221 Settings conflict; FM turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭FM。

-221 Settings conflict; AM turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭AM。

-221 Settings conflict; PM turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭PM。

-221 Settings conflict; PWM turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭PWM。

-221 Settings conflict; sweep turned off by selection of other mode or modulation

设定相互抵触；一次只能选择一种调变，已关闭频率扫描。

-221 Settings conflict; not able to modulate this function

设定相互抵触；现行波形下，无法使用调变功能。

-221 Settings conflict; PWM only available in pulse function

设定相互抵触；PWM 只用于脉冲。

-221 Settings conflict; not able to sweep this function

设定相互抵触；无法使用频率扫描功能。

-221 Settings conflict; not able to burst this function

设定相互抵触；无法使用脉冲短波功能。

-221 Settings conflict; not able to modulate noise, modulation turned off

设定相互抵触；脉冲下无法使用调变功能。

-221 Settings conflict; not able to sweep pulse, sweep turned off

设定相互抵触；脉冲下无法使用频率扫描功能。

-221 Settings conflict; not able to modulate dc, modulation turned off

设定相互抵触；无法使用直流电位功能。

-221 Settings conflict; Not able to sweep dc, sweep turned off

设定相互抵触；直流电位功能下无法频率扫描。

-221 Settings conflict; not able to burst dc, burst turned off

设定相互抵触；直流电位功能下无法使用丛发。

-221 Settings conflict; not able to sweep noise, sweep turned off

设定相互抵触；脉冲下无法使用频率扫描功能。

-221 Settings conflict; pulse width decreased due to period

设定相互抵触；已调整脉宽以配合周期。

-221 Settings conflict; pulse duty cycle decreased due to period

设定相互抵触；已调整工作周期以配合周期。

-221 Settings conflict; edge time decreased due to period

设定相互抵触；已调整edge time 以配合周期。

-221 Settings conflict; pulse width increased due to large period

设定相互抵触；已提高脉宽以配合周期。

-221 Settings conflict; edge time decreased due to pulse width

设定相互抵触；为符合以下限制，波形产生器在必要时先调整边缘时间(edge time)，然后脉宽或工作周期，最后周期：边缘时间(EdgeTime) $\leq 0.625 \times$ 脉宽。此例中，为配合脉宽，边缘时间(edge time) 已被调低。

-221 Settings conflict; edge time decreased due to pulse duty cycle

设定相互抵触；为符合以下限制，波形产生器在必要时先调整边缘时间(edge time)，然后脉宽或工作周期，最后周期：边缘时间(EdgeTime) $\leq 0.625 \times$ 周期 \times 工作周期。此例中，为配合工作周期，边缘时间(edge time) 已被调低。

-221 Settings conflict; amplitude changed due to function

设定相互抵触；已调整振幅。此种情形常发生在输出单位为Vrms 或dBm 时因不同输出波型拥有不同波峰因数而造成的差异。

-221 Settings conflict; offset changed on exit from dc function

设定相互抵触；已调整偏移电位以配合振幅。

-221 Settings conflict; FM deviation cannot exceed carrier

设定相互抵触；频率偏移不可大于载波频率，否则将被调低为可允许的最大值。

-221 Settings conflict; FM deviation exceeds max frequency

设定相互抵触；载波频率和偏移值的和不可大于频率最大值加上100 kHz (弦波为50.1 MHz，方波为25.1 MHz，斜波为 300 kHz，任意波为10.1 MHz)。必要时将调整偏移值为可允许的最大值。

-221 Settings conflict; PWM deviation decreased due to pulse parameters

设定相互抵触；PWM 偏移必须符合脉宽或工作周期的限制(见 Ch 4.11)。

-221 Settings conflict; frequency forced duty cycle change

设定相互冲突；工作周期被迫调整以配合新频率值。

-221 Settings conflict; marker forced into sweep span

设定相互冲突；标记频率(marker frequency) 大小必须在起始频率及终止频率之

间。

-221 Settings conflict; selected arb is missing, changing selection to default

设定相互冲突; 所选任意波已被删除, 将输出预设任意波(对数上升)。

-221 Settings conflict; offset changed due to amplitude

设定相互冲突; 偏移电位不符以下限制: $|V_{\text{offset}}| + V_{\text{pp}} / 2 \leq V_{\text{max}}$, 已被调整为符合上式的最大值。

-221 Settings conflict; amplitude changed due to offset

设定相互冲突; 振幅不符以下限制: $|V_{\text{offset}}| + V_{\text{pp}} / 2 \leq V_{\text{max}}$, 已被调整为符合上式的最大值。

-221 Settings conflict; low level changed due to high level

设定相互冲突; 高阶电位必须大于低阶电位。若高阶电位小于低阶电位, 仪器自动设定低阶电位为比高阶电位小1 mV。

-221 Settings conflict; high level changed due to low level

设定相互冲突; 高阶电位必须大于低阶电位。若高阶电位小于低阶电位, 仪器自动设定高阶电位为比低阶电位大1 mV。

-222 Data out of range; value clipped to upper limit

数值参数超出范围, 已被调整为可允许的最大值。

-222 Data out of range; value clipped to lower limit

数值参数超出范围, 已被调整为可允许的最小值。

-222 Data out of range; pulse edge time limited by period; value clipped to upper limit

数值参数超出范围, edge time 已被调整为可允许的最大值。

-222 Data out of range; pulse width time limited by period; value clipped to...

数值参数超出范围, 脉宽已被调整以配合周期及下式:

$$\text{PulseWidth} \leq \text{Period} - (1.6 \times \text{EdgeTime})$$

-222 Data out of range; pulse duty cycle limited by period; value

clipped to...

數值參數超出范围，工作周期已被调整以配合周期及下式：

$$\text{DutyCycle} \leq (1 - 1.6 \times \text{Edge time} / \text{Period}) \times 100\%$$

-222 Data out of range; large period limits minimum pulse width

數值參數超出范围，所设脉宽过小。细节请參見4.5 节表格。

-222 Data out of range; pulse edge time limited by width; value clipped to...

數值參數超出范围，指定脉冲之边缘时间不符以下限制，并已被调整以配合脉宽：

$$\text{EdgeTime} \leq 0.625 \times \text{PulseWidth}$$

-222 Data out of range; pulse edge time limited by duty cycle; value clipped to...

數值參數超出范围，指定脉冲之边缘时间不符以下限制，并已被调整以配合工作周期：

$$\text{EdgeTime} \leq 0.625 \times \text{Period} \times \text{DutyCycle}$$

-222 Data out of range; period; value clipped to...

數值參數超出范围。脉冲周期超出范围并已被调整。

-222 Data out of range; frequency; value clipped to...

數值參數超出范围。频率超出范围并已被调整。

-222 Data out of range; user frequency; value clipped to upper limit

频率超出范围，并依所选任意波而被调整为可允许的最大值。

-222 Data out of range; ramp frequency; value clipped to upper limit

频率超出范围，并依所选斜波而被调整为可允许的最大值。

-222 Data out of range; pulse frequency; value clipped to upper limit

频率超出范围，并依所选脉冲而被调整为可允许的最大值。

-222 Data out of range; burst period; value clipped to...

脉冲短波周期超出范围，并已被调整。

-222 Data out of range; burst count; value clipped to...

脉冲短波數超出范围，并已被调整。

-222 Data out of range; burst period limited by length of burst; value clipped to lower limit

脉冲短波周期太小，并已被调整以配合脉冲短波數及频率。

-222 Data out of range; burst count limited by length of burst; value clipped to upper limit

脉冲短波數超出范围(必须小于脉冲短波周期和频率的积)，并已被调整。

-222 Data out of range; amplitude; value clipped to...

振幅超出范围，并已被调整。

-222 Data out of range; offset; value clipped to...

偏移电位超出范围，并已被调整。

-222 Data out of range; frequency in burst mode; value clipped to...

數值參數超出范围。频率已被调整以配合脉冲短波周期。

-222 Data out of range; frequency in FM; value clipped to...

數值參數超出范围。载波频率已依FM:DEV 指令调至下限。

-222 Data out of range; marker confined to sweep span; value clipped to...

指定的标记频率被调整为起始或终止频率，视何者较接近。

-222 Data out of range; pulse width; value clipped to...

脉宽參數超出范围。

-222 Data out of range; pulse edge time; value clipped to...

edge time 參數超出范围。

-222 Data out of range; FM deviation; value clipped to...

频率偏移超出范围。

-222 Data out of range; FM deviation limited by minimum frequency

频率偏移低于下限。

-222 Data out of range; FM deviation limited by maximum frequency; value clipped to upper limit

频率偏移超出载波频率。弦波的最大值为25.05 MHz，方波的最大值为12.55 MHz，任意波的最大值为5.05 MHz。

-222 Data out of range; PWM deviation

宽度偏移或工作周期偏移超出范围。

-222 Data out of range; PWM deviation limited by pulse parameters

PWM 偏移（宽度或工作周期）已被调整以配合脉冲参数。

-222 Data out of range; duty cycle; value clipped to...

工作周期超出范围并已被调整至20% 至 80%之间。

-222 Data out of range; duty cycle limited by frequency; value clipped to upper limit

工作周期超出范围， 并因频率大于10 MHz， 已被调整至40% 至60%之间。

-223 Too much data

任意波点数超出范围(262,144 点)请以DATA VOLATILE 或 DATA:DAC VOLATILE 指令确认。

-224 Illegal parameter value

收到指令中无效的参数。

7.3 装置相关错误(Device Dependent Errors)

-313 Calibration memory lost; memory corruption detected

储存校正常数的非挥发性内存中侦测到 checksum 错误。

-314 Save/recall memory lost; memory corruption detected

储存仪器状态的非挥发性内存中侦测到 checksum 错误。

-315 Configuration memory lost; memory corruption detected

储存仪器设定的非挥发性内存中侦测到 checksum 错误。

-350 Queue overflow

侦测到多于 20 个错误且错误串已满。

7.4 询问错误(Query Errors)

-410 Query INTERRUPTED

仪器收到将资料送至输出缓冲区的指令，但缓冲区中仍储存有上一指令的资料。

-420 Query UNTERMINATED

已准备将资料送出，但未收到指令。

-430 Query DEADLOCKED

指令产生过多资料，超过输出缓冲区的最大容量，而输入缓冲区也已满。将继续执行指令，但所有资料都将遗失。

-440 Query UNTERMINATED after indefinite response

*IDN? 指令必须是指令字串中最后一个询问指令。

7.5 仪器错误(Instrument Errors)

-501 Cross-isolation UART framing error

内部硬件错误。

-502 Cross-isolation UART overrun error

内部硬件错误。

-580 Reference phase-locked loop is unlocked

PHAS:UNL:ERR:STAT 指令已开启，无法锁定内部相位回路。

7.6 自我测试错误(Self-Test Errors)

-621 Self-test failed; square-wave threshold DAC

可能出错的有DAC、DAC multiplexer (U8_2) channels， 或相关电路。

-623 Self-test failed; dc offset DAC

-624 Self-test failed; null DAC -625

Self-test failed; amplitude DAC

可能出错的有DAC、DAC multiplexer (U803)channels， 或相关电路。

-626 Self-test failed; waveform filter path select relay

-627 Self-test failed; -10 dB attenuator path -628

Self-test failed; -20 dB attenuator path -629 Self-test

failed; +20 dB amplifier path

这些错误显示所指定的中继器没被正确地转换使用，或该衰减器/放大器没有正常地运作。自我测试使用内部 ADC 来测试输出途径中的中继器、输出放大器(+20 dB)及输出衰减器是否正常运作。

-630 Self-test failed; internal ADC over-range; condition

ADC 可能出错。

-631 Self-test failed; internal ADC measurement error

ADC 可能出错。

-632 Self-test failed; square/pulse DAC test failure

Square/pulse DAC (U1002) 可能出错。

7.7 校正错误(Calibration Errors)

-701 Calibration error; security defeated by hardware jumper

由于内部电路板上的“CAL ENABLE”垫片短路，校正防护功能暂时被关闭。

-702 Calibration error; calibration memory is secured

校正内存被锁住，无法进行校正。以 CAL:SEC:STAT ON 指令提供正确密码，以解开校正内存。

-703 Calibration error; secure code provided was invalid

CAL:SEC:STAT ON 指令中的密码无效。

-706 Calibration error; provide value is out of range

指定校正值超出范围。

-707 Calibration error; signal input is out of range

類比數位转换器(ADC)侦测到后面板 *Modulation In* 接头的讯号超出范围。

**-707 Calibration error; cal edge time: rise time cal error -707
Calibration error; cal edge time: fall time cal error -707
calibration error; cal edge time: default value loaded**

计算边缘时间的电路发生错误，造成校正无法进行。

-850 calibration error; setup is invalid

校正设定错误。

-851 calibration error; setup is out of order

校正设定程序错误。

7.8 任意波错误(Arbitrary Waveform Errors)

-770 Nonvolatile arb waveform memory corruption detected

用來储存任意波的非挥发性内存侦测到一 checksum 错误。因此无法取得任意波。

**-781 Not enough memory to store new arb waveform; use
DATA:DELETE**

非挥发性内存已满，无法存入新波形。

-781 Not enough memory to store new arb waveform; bad sectors

储存硬件错误，新波形储存失败。

-782 Cannot overwrite a built-in waveform

不可在DATA:COPY 指令中选择下列任一种内建波 (“EXP_RISE” , “EXP_FALL”, “NEG_RAMP”, “SINC”, and “CARDIAC”) 。

-784 Name of source arb waveform for copy must be VOLATILE

使用 DATA:COPY 指令时，资料来源必须是 VOLATILE 。

-785 Specified arb waveform does not exist 在使用 DATA:COPY 指令自非挥发性内存拷贝波形前，必须先用DATA VOLATILE 或 DATA:DAC VOLATILE 指令载入波形。

-786 Not able to delete a built-in arb waveform

不可删除内建任意波。

-787 Not able to delete the currently selected active arb waveform

不可删除使用中的任意波。

-788 Cannot copy to VOLATILE arb waveform 使用DATA:COPY 指令时，

只可自VOLATILE 中拷贝，不可到拷贝VOLATILE 中。

-800 Block length must be even

二进制资料以16 位整数表示，送出时以两字节为一单位。

-810 State has not been stored

*RCL 指令中指定的储存地址不存有任何资料。

附錄

附錄含有3400A 的所有規格，包含交流、直流、電阻、溫度、頻率、週期在各種狀態下的特性。也提供了一般特性及準確度的計算。除非特別註明，否則所有規格都是以3400A 為基準。

A 规格列表

显示器	全位图形显示器	
功能	标准波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 脉波, 噪声, 直流
	内建任意波形	指数上升, 指数下降, 负锯齿波, Sin(x)/x, Cardiac
波形特色		
正弦波	频率范围	1 uHz to 50 MHz
	振幅平坦度 (相对于 1KHz)	0.1dB(<100KHz)
		0.15dB(<5MHz)
		0.3dB(<20MHz)
		0.5dB(<50MHz)
	谐波失真 (unit: dBc)	直流至 20 kHz -70(< 1Vpp) -70(≥ 1Vpp)
		20 kHz 至 100 KHz -65(< 1Vpp) -60(≥ 1Vpp)
		100 kHz 至 1 MHz -50 (< 1Vpp) -45 (≥ 1Vpp)
		1 MHz 至 20 MHz -40 (< 1Vpp) -35 (≥ 1Vpp)
		20 MHz 至 50 MHz -35 (< 1Vpp) -30 (≥ 1Vpp)
总波失真	直流至 20 kHz, 输出 ≥ 0.5Vpp THD+N ≤ 0.06%	
旁生 (非谐波)	直流至 1 MHz -70 dBc	
	1 MHz 至 50 MHz -70 dBc + 6 dB/octave	
相位噪声 (10KHz 偏移)	-115/dBc/Hz, 典型值 when f ≥ 1MHz, V ≥ 0.1Vpp	
方波	频率范围	1 uHz 至 25 MHz
	上升/下降时间	< 10 ns
	Overshoot	< 2%
	可调的信号周期	20% to 80% (to 10 MHz)
		40% to 60% (to 25 MHz)
	不对称	周期的 1% + 5 ns (@ 50% duty)
抖动(RMS)	200 ps	

		当 $f \geq 1\text{MHz}$, $V \geq 0.1\text{Vpp}$
锯齿波 三角波	频率范围	1 μHz 至 200 kHz
	线性度	< 峰值输出的 0.1%
	可调对称性	0.0% ~ 100.0%
脉波	频率范围	500 μHz 至 10 MHz
	脉波宽度	最小 20 ns
		分辨率为 10 ns (period \leq 10s)
	可调的边缘时间	< 10 ns 至 100 ns
	Overshoot	< 2%
抖动 (RMS)	200 ps when $f \geq 50\text{KHz}$, $V \geq 0.1\text{Vpp}$	
噪声	频宽	20 MHz 典型值
任意波型	频率范围	1 μHz to 10 MHz
	波形长度	2 至 256 K 个取样点
	振幅分辨率	14 bits (含符号)
	取样率	125 MSa/s
	最小上升/下降时间	典型值 30ns
	线性度	< 峰值输出的 0.1%
	Settling Time	< 250ns 至终值 0.5%
	抖动(RMS)	6ns + 30ppm
	永久内存	4 种波形 * 256K 点
共同特色		
频率范围	分辨率	1uHz
振幅	范围	在 50Ω 下为 10mVpp 至 10Vpp
		在开路下为 20mVpp 至 20Vpp
	准确度 (在 1KHz 下)	设定的 $\pm 1\%$ $\pm 1\text{mVpp}$
	单位	Vpp, Vrms, dBm
	分辨率	4 位
直流偏移	范围 (峰值 AC +DC)	在 50Ω 下为 $\pm 5\text{V}$
		在开路下为 $\pm 10\text{V}$
	准确度	偏移设定 $\pm 2\%$ 振幅的 $\pm 0.5\%$ $\pm 2\text{mV}$
	分辨率	4 位
主要输出	阻抗	典型值 50 Ω
	隔离	最大 42 Vpk 至接地
	保护功能	短路保护, 超载时将自动关闭主要输出
内部频率参考准确度		90 天内为 $\pm 10\text{ppm}$

		1 年内为 ±20ppm
外部频率参考	标准/选购	标准
背板输入	锁定范围	10 MHz ± 500 Hz
	位准	100mVpp ~5Vpp
	阻抗	典型为 1KΩ, AC 耦合
	锁定时间	< 2 Sec
背板输出	频率	10 MHz
	位准	632mVpp (0dBm), 典型值
	阻抗	典型为 50Ω, AC 耦合
相位偏移	范围	-360° 至 +360°
	分辨率	0.001°
	准确度	8ns
调变		
调变种类	AM, FM, PM, FSK, PWM, 扫描和丛发	
AM	载波波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 任意波形
	信号源	内部 / 外部
	内部调变	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 噪声, 任意波形
	频率 (内部)	2mHz 至 20KHz
	深度	0.0% ~ 120.0%
FM	载波波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 任意波形
	信号源	内部 / 外部
	内部调变	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 噪声, 任意波形
	频率 (内部)	2mHz 至 20KHz
	偏差	直流至 25MHz
PM	载波波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 任意波形
	信号源	内部 / 外部
	内部调变	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 噪声, 任意波形
	频率 (内部)	2mHz 至 20KHz
	偏差	0.0° to 360°
PWM	载波波形	脉波
	信号源	内部 / 外部
	内部调变	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 噪声, 任意波形
	频率 (内部)	2mHz 至 20KHz
	偏差	脉波宽度的 0% ~ 100%

FSK	载波波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 任意波形
	信号源	内部 / 外部
	内部调变	50% 的信号周期方波
	频率 (内部)	2mHz 至 100KHz
外部调变输入	电压范围	±5V 全刻度
	输入阻抗	典型为 8.7KΩ
	频宽	直流至 20KHz
扫描	波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 任意波形
	类型	线性或对数
	方向	上或下
	扫描时间	1 ms ~ 500 Sec
	触发	内部, 外部或手动
	游标	同步信号的下降缘(可程序频率)
丛发	波形	正弦波, 方波, 锯齿波, 三角波, 噪声, 任意波形
	类型	内部/外部
	起始/停止相位	-360° 至+360°
	内部周期	1uS ~ 500Sec
	设匝的信号源	外部触发
	触发信号源	内部, 外部或手动
触发输入	输入位准	TTL 相容
	斜率	上升或下降 (可选择)
	脉波宽度	> 100 ns
	输入阻抗	> 10KΩ, 直流偶合
	等待时间	< 500 ns
触发输出	输出位准	≥ 1 kΩ 时为 TTL 相容
	脉波宽度	> 400 ns
	输出阻抗	50 Ω 典型值
	最大速率	1MHz
	扇出 (驱动能力)	≤ 4 Array 3400A
Pattern 模式特色		
频率	最大速率	50MHz

输出	位准	$\geq 2 \text{ k}\Omega$ 时为 TTL 相容
	输出阻抗	典型为 110 Ω
Pattern	长度	2 至 256 K

B 远程接口参考资料

B.1 SCPI 语言介绍

SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) 是以ASCII 定义，用于量测仪器的指令语言。SCPI 指令采阶层式结构(或称树状系统)。在此系统中，相关指令收集于共同节点或根节点下形成子系统。以下是部份 SENSE 子系统，可由此了解树状系统的结构。

SOURce:

FREQuency: START {<frequency>|MINimum|MAXimum}START?
[MINimum|MAXimum]

FREQuency: STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum}STOP?
[MINimum|MAXimum]

SWEep: SPACing {LINear|LOGarithmic} SPACing?

SWEep: TIME {<seconds>|MINimum|MAXimum} TIME?
[MINimum|MAXimum]

SOURce 是指令中的根， SWEep 和 FREQuency 则属于第二层级， START和 STOP则属于第三层级。冒号(:) 用来与下一层级分隔开。

B.1.1 本手册中常见的指令形式本

手册中常见的指令形式如下：

START {<frequency>|MINimum|MAXimum}

本指令的语法显示出大部分的指令由大写和小写字母混合组成，大写部分表示必要而可接受的简略写法。若希望程序简洁，可只留大写字母部分，若希望程序易于阅读了解，则应保留大写和小写字母部分。举例来说，对上述指令而言，STAR、star、Star 及 START都是可接受的格式，大写或小写字母都可以。其余形式，如STA则将产生错误。

大括号({ }) 用于包住指令字串中可选择的参数括号不需与指令字串送出。垂直线(|) 用于分隔指令字串中的参数选项箭形括号(< >) 内必须是一指定的参数值。举例来说，上述指令中，档位 *range* 即是箭形括号中的参数。括号不需与指令字串送出。使用者必须为此参数指定一数值(例如 "STAR 6000")。有些参数则被包含于中括号([])中。中括号内的参数是可被省略不写的。括号不需与指令字串送出。如果使用者未指定这些参数，仪器将使用默认值。

B.1.2 指令分隔符号冒号(:) 用来将保留字与下一层级的保留字分隔开。在参数和指令保留字中必须有一空白。如果指令中须有一个以上的参数， 则必须以逗号， 将其分隔开。举例如下：

```
"APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V"
```

分号(;) 用来将同一子系统内的指令分隔开，并可简略指令。举例如下：

```
"BURSt:MODE TRIG; NCYCles 10"
```

和以下两指令的效果是一样的：

```
"BURS:MODE TRIG"  
"BURS:NCYCles 10"
```

如欲合并来自不同子系统的指令，可使用冒号(:)和分号(;) 例如，下列的指令字串中，若不同时使用冒号(:)和分号(;)就会产生错误。

```
"BURS:STATe ON;:TRIG:SOUR EXT"
```

B.1.3 *MIN* 和 *MAX* 参数的使用使用者可以 *MINimum* 或 *MAXimum* 取代许多参数。例如在以下指令：

```
FREQuency: STARt { <frequency> | MINimum | MAXimum }
```

可以不指定频率值，而以 *MIN* 将之设定为最小，或以 *MAX* 将之设定为最大。

B.1.4 询问型参数的设定使用者只要在指令尾端加上问号(?)，即可向仪器询问大多数参数的现值。例如，以下指令将起始频率设定为 5000 Hz：

```
"STAR 5000"
```

使用者可以以下指令询问起始频率值：

```
"STAR?"
```

使用者也可以以下指令询问最大或最小起始频率值：

```
"STAR? MIN"
```

```
"STAR? MAX"
```

注意

如果您在尚未读取第一个询问指令时，就送出第二个询问指令，并欲读取第二个指令的结果，您可能收到第一个结果的部分与第二个结果合在一起。为了避免此种情形，切勿在尚未读取第一个询问指令时，就送出第二个询问指令。当您无法避免时，在第二个询问指令前送出 **device clear** 讯息。

B.1.5 SCPI

指令终结指令必须以 *<new line>* 字符作结尾。IEEE-488 *EOI* (end-or-identify) 讯息当作 *<new line>* 字符使用。 *<carriage return>* + *<new line>* 亦可。任何指令终结将重新设定现在的 SCPI 指令路径至根节点。

B.1.6 IEEE-488.2

常用指令 IEEE-488.2 标准将一系列像 **reset**， **self-test**， 及 **status** 等指令，定义为常用指令。常用指令以一星号(*)起头，通常有四至五个字符，可包含一或一个以上的参数。一般保留字与第一个参数间以一空白相隔开。而欲隔开数指令时，则使用分号(;)。举例如下：

B.1.7 SCPI 參數型類

SCPI 语言为使用于程序中的讯息及响应讯息定义了數种资料型态:

```
"*RST; *CLS; *ESE 32; *OPC?"
```

數值參數須有數值參數的指令，均接受一般十进制的數字，包含小數点，及一些科学记号。这些數值參數包含一些特殊值，如最小值MINimum，最大值MAXimum，及默认值 DEFault。一些工程记号单位元(如MHz或KHz)也是可接受的。对于數值參數，仪器一般会自動四舍五入。以下的指令就是一个使用數值參數的指令:

```
FREQuency:STARt {<frequency>|MINimum|MAXimum}
```

选项參數 选项參數(如 BUS, IMMEDIATE, EXTERNAL)和指令关键词相同，为简洁时可只用大写字母表示。为增加可讀性时，则应大小写均保留。讯问结果总以简洁形式回传。下列为例:

```
TRIGger:SOURce {BUS|IMMEDIATE|EXTERNAL}
```

布林參數 布林參數表示的是一个二进制状态，非真即假。在“假”的状态时，电表接受“OFF”或“0”的表示法，在“真”的状态时，电表接受“ON”或“1”的表示法。然而在使用者询问布林參數值时，电表只会传回“0” or “1”。以下的指令就是一个使用布林參數的指令:

```
SWEep:STATe {OFF|ON}
```

字串參數 字串參數可以是任何ASCII 字符的组合。字串必须包含在对等单或双引号之内。如引号本身为字串一部分，必须以連續兩個引号表示。下列为例:

```
DISPlay:TEXT <quoted string>
```

B.2 输出资料格式 输出资料格式如下:

輸出資料種類	輸出資料格式
Non-reading queries	< 80 ASCII character string
Single reading (IEEE-488)	SD.DDDDDDDDESDD<nl>
Multiple readings (IEEE-488)	SD.DDDDDDDDESDD,...,<nl>
Single reading (RS-232)	SD.DDDDDDDDESDD<cr><nl>
Multiple readings (RS-232)	SD.DDDDDDDDESDD,...,<cr><nl>

S 正负号 **D** 數字字符 **E** 指數 **<nl>** newline 字符 **<cr>** carriage return 字符

B.3 指令參考資料

-- A 到 F --

A --

AM:INTernal :FUNction{SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}

指定调变波。只用于内部调变波源时。杂波、脉冲及直流波可以作为调变波，但不可以作为载波。预设调变波为弦波。

AM:INTernal :FUNction?

询问振幅调变的调变波。可能的回复为 "SIN"、"SQU"、"RAMP"、"NRAMP"、"TRI"、"NOIS"或 "USER"。

- SQU: 50% 工作周期的方波。
- RAMP: 100% symmetry 的斜波。
- NRAMP: 0% symmetry 的负斜波。
- TRI: 50% symmetry 的三角波。
- USER: 任意波被限制于4k 点。多出来的点将被去掉。

AM:INTernal :FREQuency{<frequency>|MINimum|MAXimum}

指定调变波的振幅。只用于内部调变波源时。范围为 2 mHz 至 20kHz 而默认值为 100 Hz。

AM:INTernal :FREQuency? [MINimum|MAXimum]

询问内部调变波频率。频率值(单位为 hertz) 将被传回。

AM:DEPth {<depth in percent> |MINimum|MAXimum}

指定内部调变波深度(百分比)。范围为 0% 至 120% 而默认值为 100% 。注

记:

- 使用外部调变波源时, 调变波深度受限于来自 *Modulation In* 接头的外部讯号。也就是说, 当调变波为高电位时, 输出波将为最大振幅, 调变波为低电位时, 输出波将为最小振幅。

- 即便调变波深度大于100%, 3400A 的调变输出也不会超过±5V (负载 50Ω) 。

AM:DEPth? [MINimum|MAXimum]

询问振幅调变的调变波深度。调变波深度(百分比)将回传。

AM:SOURce {INTernal|EXTernal}

指定调变波源。使用外部调变波源时, 调变波深度受限于来自 *Modulation In* 接头的外部讯号。也就是说, 当调变波为高电位时, 输出波将为最大振幅, 调变波为低电位时, 输出波将为最小振幅。

AM:SOURce?

询问振幅调变的调变波源。内部讯号源将传回 "INT" , 外部讯号源将传回"EXT" 。

AM:STATe {OFF|ON}

开启或关闭振幅调变。默认值为关闭。为避免重复改变波形输出, 可在参数设定后开启振幅调变。

AM:STATe?

传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启)。

APPLY:

SINusoid [<frequency> [, <amplitude > [, <offset>]]] 以

指定频率、振幅、直流偏移输出一弦波。

APPLY:

SQUare [**<frequency>** [, **<amplitude >** [, **<offset>**]]] 以指定频率、振幅、直流偏移输出一方波。工作周期自动设定为50%。

APPLY:

RAMP [**<frequency>** [, **<amplitude >** [, **<offset>**]]] 以指定频率、振幅、直流偏移输出一斜波。symmetry 自动设定为100%。

APPLY:

PULSe [**<frequency>** [, **<amplitude >** [, **<offset>**]]] 以指定频率、振幅、直流偏移输出一脉冲。此指令与现有边缘时间(edge time) 及工作周期或脉宽设定不相冲突, 视何者被FUNC:PULS:HOLD 指令选为固定值。然而仪器将视情形调整脉宽或边缘时间(edge time) , 以配合频率限制。

APPLY:

NOISe [**<frequency | DEF>** [, **<amplitude >** [, **<offset>**]]] 以指定频率、振幅、直流偏移输出一高斯杂波。指定频率在杂波上无作用, 但下次选择其它波形时即会被采用。

APPLY:

DC [**<frequency>** | **DEF** [, **<amplitude | DEF>** [, **<offset>**]]] 以指定之偏移值输一直流偏压。可设定之值在±5V 之间(负载50 Ω)或±10V 之间(开放电路)。指定频率及振幅在直流波上无作用, 但下次选择其它波形时即会被采用。

APPLY:

USER [**<frequency>** [, **<amplitude >** [, **<offset>**]]] 以指定频率、振幅及偏移值输出一FUNC:USER 指令中指定的任意波。。

APPLY?

询问现有设定。波形、频率、振幅、及偏移值将以以下形式传回:

“波形频率振幅偏移值” 此指令可让您将回复用于APPL: 指令, 使仪器处于一指定状态。

-- B --

BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}

设定丛发模式。默认值为触发模式。当机器设定在触发模式时, 3400A 在每一次收到触发讯号时, 会输出指定波数(丛发数)。在外部讯号为高电位时, 波形产生器将输出一连续波。闸门讯号为低电位时, 输出波维持与起始相位相同的电位值。注记:

- 以 BURSt:GATE:POL 指令设定外部讯号的极性。

- 在闸门讯号为高电位时，波形产生器将输出一连续波。闸门讯号为低电位时，输出波将完成现行周期并停止在起始相位的电位值。若讯号源为一杂波，输出立即停止。
- 丛发数、丛发周期及触发源只用于触发模式。

BURSt:MODE?

回传 "TRIG" 或 "GAT" 。

BURSt:NCYCles {<# cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}

设定每一丛发输出的波数 (只用于触发丛发模式)。范围由 1 至 50,000 波数而默认值为 1 cycle。最大值受限于下式。将波数设为无限大可输出一连续波。使用立即 (内部) 触发源 (TRIG:SOUR IMM 指令) 时，丛发数必须小于丛发周期和波形频率相乘的积：

$$\text{丛发数} < \text{周期最大值} \times \text{波形频率}$$

注记：

- 波形产生器自动提高丛发周期以配合指定的丛发数，但不改变波形频率。
- 丛发数不适用于闸门模式，但若使用者在闸门模式下指定丛发数，仪器将在下次选择触发模式时采用此丛发数。

BURSt:NCYCles?

传回丛发数设定值。范围由 1 至 50,000。若是INFinite 则传回9.9E+37。

BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}

设定内部(立即)触发的丛发周期。选择外部或手动触发源或闸门丛发模式时，丛发周期将被忽略。范围由 1 μ s 至 500 s 而默认值为 10 ms。最大值为500 s，而最小值为1 μ s 或受下式的限制：

$$\begin{aligned} & \text{BurstCount} \\ & \text{BurstPeriod} > +200 \text{ ns} \\ & \text{Frequency} \end{aligned}$$

BURSt:INTernal:PERiod? [MINimum|MAXimum]

传回丛发周期(秒)。

BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}

设定起始相位(以UNIT:ANGL 指令所设定之单位)。范围为-360 度至 +360 度(或-2 π 至 +2 π 弧度) 而默认值为 0 度 (0 弧度)。注记：

- 在弦波、斜波及方波裡，0 度为波形通过零电位时或上升时的直流偏移。在任意波裡，则是指定的第一个波点。在脉冲及杂波裡，丛发相位则无效应。
- 闸门丛发模式时，在闸门讯号为高电位时，波形产生器将输出一连续波。闸门讯号为低电位时，输出波将完成现行周期并停止在起始相位的电位值。

BURSt:PHASe? [MINimum|MAXimum]

传回起始相位值(度或弧度)。

BURSt:STATe {OFF|ON}

关闭或开启丛发模式。为避免重复改变波形输出，可在参数设定后开启丛发模式。波形产生器一次只允许一种调变模式。

BURSt:STATe?

传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启)。

BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}

设定 *Ext Trig* 接头所接收闸门讯号的极性，高电位为NORM，低电位为INV。默认值为NORM。

BUTSt:GATE:POLarity?

传回 "NORM" 或 "INV"。

-- C --

CALibration?

以CALibration:VALue 指令所设定之校正值进行校正。校正之前，使用者必须输入正确的密码。(见 CALibration: SECure:STATe 指令)

CALibration:COUNT?

询问波形产生器校正的次數。请记得仪器出厂前均经过校正。收到仪器时请检查校正次數以确认其初使值。

CALibration:SECure:CODE <new code>

设定新密码。使用者须先使用旧密码解除仪器锁定，才能设定新密码。密码最多含12 个字符，第一个字符必须是字母(A-Z)，其余则可为数字、字母及底线符号的任意组合。

CALibration:SECure:STATe {OFF|ON}, <code> 解开
或锁定仪器校正。

CALibration:SECure:STATe?

询问仪器锁定状态。传回“0”（关闭）or“1”（开启）。

CALibration:SETup <0 | 1 | 2 | 3 | ... | 94>

为每一校正步骤而设定仪器的内部状态。

CALibration:SETup?

询问校正设定数值，传回0 至 94 之间的数字。

CALibration:STRing<quoted string>

记录校正信息。例如，校正者、日期等。这些信息均储存于非挥发性内存中，新信息将盖过原有资料。

CALibration:STRing?

询问校正信息。将传回一字符串。

CALibration:VALue<value>

设定已知校正讯号的值。

CALibration:VALue?

询问最新校正值。以下形式“+1.0000000000000E+01”的数字将被传回。

-- D --DATA VOLATILE, <value>, <value>, ...

将-1 至 +1 间的浮点数加载挥发性内存中。每一波可载入1 至 262,144 点。波形产生器拿取指定数目的点数，然后自动将点数扩充至内存的容量。若指定数目小于16,384，波形产生器自动拿取16,384 点，若指定数目大于16,384，波形产生器则拿取65,536 点。若指定数目大于65,536，波形产生器则拿取262,144 点。

-1 及 +1 代表偏移电位为零时的波峰值。

- 若资料点无法占满全部范围，振幅上限将受到限制。
- DATA 指令会将先前在挥发性内存中的波形盖掉。若须保留波形资料，以DATA:COPY 指令将波形资料先拷贝至非挥发性内存中。
- 当使用三角函数时，由于其值总是于±1 之间，所以以DATA VOLATILE 指令加载浮点数比较方便，但是会比DATA:DAC VOLATILE 指令加载二进制数要慢。
- 将波形资料加载内存后，以FUNC:USER 选择波形，以FUNC USER 输出波形。
- 下例说明如何将七个点加载挥发性内存中。

DATA VOLATILE, 1, .67, .33, 0, -.33, -.67, -1

DATA:DAC VOLATILE, {<binary block>|<value>, <value>, ...} 将-8191 至 +8191 间的时进位數或二进制數加载挥发性内存中。每一波可加载以IEEE-488.2 二进制区块格式的1 至 262,144 (256K) 点。數值范围对应于内部14-位數位類比转换器(DAC) 碼的數值。波形产生器拿取指定數目的点數, 然后自动将点數扩充至内存的容量。若指定數目小于 16,384 , 波形产生器自动拿取16,384 点, 若指定數目大于16,384, 波形产生器则拿取65,536 点。若指定數目大于65,536 , 波形产生器则拿取262,144 点。

-8191 及 +8191 代表偏移电位为零时的波峰值。例如, 若输出振幅为10 Vpp, “+8191” 代表+5V, “8191”代表-5V 。

若资料点无法占满全部范围, 振幅上限将受到限制。例如, 内建 sinc 波没有占满整个范围(± 8191), 因此振幅最大值只到6.087 Vpp (负载 50 Ω) 。

DATA 指令会将先前在挥发性内存中的波形盖掉。若须保留波形资料, 以

DATA:COPY 指令将波形资料先拷贝至非挥发性内存中。

z 下例說明如何将五个十进制点加载挥发性内存中。

DATA:DAC VOLATILE,8191,4096, 0,-4096,-8191

z 下例說明如何将七个点(二进制形式)加载挥发性内存中。

DATA:DAC VOLATILE, #214 <BinaryData>

IEEE-488.2 二进制区块格式(Binary Block Format) 在此二进制

区块格式中, 资料点前有一标头。此标头的格式如下:

5 32768 “#” 标示区块的开始。第二个數目代表下一个數字的位數, 而第三个數目表示接下去会有多少位(32,768 位= 16,384 点)。一个资料点以16 位整數表示, 因此位數是资料点數的兩倍。在以上范例中, 加载一有16,384 点的波形, 需要32,768 位元。

以 FORM:BORD 指令选择字节传送顺序。如用FORM:BORD NORM (默认值) , 将先送出每一资料点的最高字节(most-significant byte)。反之如用FORM:BORD SWAP, 则先送出每一资料点的最低字节(least-significant byte) 。大部分计算机使用“swapped” 字节顺序。

DATA:CATalog?

列出所有可用的波形名称。指令将传回五种内建波名称(位于非挥发性内存中), 所有使用者定义的波形名称(位于挥发性内存中)及其它加载挥发性内存中的波形名称(将传回“Volatile”) 。

DATA:NVOLatile:CATalog?

列出所有非挥发性内存中使用者定义的波形名称。最多回传四个名称。若无任何使用者定义波形，则传回空白字串。

DATA:NVOLatile:FREE?

询问可储存使用者定义波形的现有地址数。

DATA:DELeTe <arb name>

删除一使用者定义的波形，但内建波不受影响。若试图删除正在输出的波，则会产生错误。

DATA:DELeTe:ALL

删除所有使用者定义的波形，但内建波不受影响。若试图删除正在输出的波，则会产生错误。

DATA:ATTRibute:AVERAge? [<arb name>]

询问指定任意波所有资料点的平均值。范围在 ± 1 之间。预设波形为正使用中的波形(見 FUNC:USER 指令)。若此波形不存在，将产生 "Specified arb waveform does not exist" 的错误。

DATA:ATTRibute:CFACTOR? [<arb name>]

询问指定任意波所有资料点的波峰因数。波峰因数是波峰值与RMS 值的比值。预设波形为正使用中的波形(見 FUNC:USER 指令)。若此波形不存在，将产生 "Specified arb waveform does not exist" 的错误。

DATA:ATTRibute:POINts? [<arb name>]

询问指定任意波中的资料点数。将传回-1 至262,144 的值。预设波形为正使用中的波形(見 FUNC:USER 指令)。若此波形不存在，将产生 "Specified arb waveform does not exist" 的错误。

DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb name>]

询问指定任意波所有资料点的峰对峰值。预设波形为正使用中的波形(見 FUNC:USER 指令)。将传回-0 至 +1.0 的值。"+1.0" 表示最大振幅。若波形资料点无法占满全部范围，振幅最大值将受到限制。例如，内建 sinc 波无法占满全部(± 1) 范围，因此振幅最大值只到6.087 Vpp

(负载50 Ω)。若此波形不存在, 将产生 "Specified arb waveform does not exist" 的错误。

DISPlay {OFF|ON}

关闭或开启屏幕显示。关闭屏幕显示可加快指令执行速度, 而远程接口错误讯息仍将显示于屏幕上。DISPlay:TEXT 指令优先于DISP OFF 指令。在波形产生器开机时, *RST 指令执行时, 或回復前面板操作状态时, 屏幕显示均自动开启。以*SAV 指令储存仪器状态时, 屏幕显示状态也被存入。以*RCL 指令叫出仪器状态时, 屏幕显示状态也被回復。

DISPlay?

询问显示设定。传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启) 。

DISPlay:TEXT <quoted string> 显示指令中的文字讯息。文字讯息可含多至12 字符(大型字体)或更多(小型字体)。过多的部分将被切掉。本指令优先于DISP OFF 指令。显示屏幕上若有讯息, 则无法显示波形资料(如频率)。

DISPlay:TEXT?

询问送至显示屏幕上的讯息。

DISPlay:TEXT:CLEAr

清除前面板显示屏幕上的讯息。不改变显示设定。

-- F --FM:INTernal:FUNction

{SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}

设定调变波的形状。只适用于内部调变波源(FM:SOUR INT) 。杂波、脉冲及直流波可当调变波, 但不可当载波。预设波形为弦波。

FM:INTernal:FUNction?

询问用于频率调变中的调变波。可能的回复为 "SIN", "SQU", "RAMP", "NRAMP", "TRI", "NOIS" 或 "USER".

- SQU: 50% 工作周期的方波。
- RAMP: 100% symmetry 的斜波。
- NRAMP: 0% symmetry 的负斜波。
- TRI: 50% symmetry 的三角波。
- USER: 任意波被限制于4k 点。多出来的点将被去掉。

FM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum}

指定调变波的振幅。只用于内部调变波源时。范围为 2 mHz 至 20 kHz 而默认值为 10 Hz。

FM:INTernal:FREQUency? [MINimum|MAXimum]

询问频率调变中的调变波频率。频率值(单位为 hertz) 将被传回。

FM:DEVIation {<peak deviation in hertz>|MINimum|MAXimum}

1. 设定波峰频率偏移(hertz) 。频率偏移为频率调变中载波的最大频率变化值。范围由 1 μ Hz 至 150 kHz (斜波), 由 1 μ Hz 至5.05 MHz (任意波), 由1 μ Hz 至 12.55 MHz (方波), 由1 μ Hz 至25.05 MHz (弦波)。默认值为 100 Hz 。另外, 最大值受限于下列状况:
(1) 频率偏移不可大于载波频率; (2) 频率偏移和载波频率加起来不可大于所选在波频率最大值加上100 kHz; 也就是说, 弦波是 50.1MHz, 方波是 25.1 MHz, 斜波是300 kHz, 任意波是10.1 MHz 。若所设值大于以上限制, 仪器将自动调整至可允许的最大值。

若选择外部讯号为调变波源时, 调变将受限于所设定的脉宽偏移值, 以及外来波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号为+5V 时, 结果将输出最大频率偏移值, 而当外部讯号为-5V 时, 结果则输出最小频率偏移值。

若频率偏移导致载波超出以现有工作周期(只用于方波)之频率范围, 3400A 自动调整工作周期以配合载波频率。

FM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

询问调变中的波峰频率偏移(hertz) 。

FM:SOURce {INTernal|EXTernal}

指定调变波源。默认值为内部波源。

FM:SOURce?

询问调变波源。传回"INT"(内部) 或 "EXT" (外部) 。

FM:STATe {OFF|ON}

开启或关闭频率调变。默认值为关闭。为避免重复改变波形输出, 可在参数设定后再开启频率调变。波形产生器一次只允许一种调变模式。

FM:STATe?

传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启)。

FORMat:BORDER {NORMAL | SWAPPed} 为DATA:DAC 指令设定二进制区块传送的

字节顺序。默认值为NORM。一个资料点以16位(两个字节)整数表示。如用NORM字节顺序,将先送出每一资料点的最高字节(most-significant byte)。如用SWAP字节顺序,则先送出每一资料点的最低字节(least-significant byte)。大部分计算机使用“swapped”字节顺序。

FORMat:BORDer?

询问二进制区块传送的字节顺序。传回“NORM”或“SWAP”。

FREQuency:STARt {<frequency>|MINimum|MAXimum }

设定频率扫描中的起始频率。范围由 1 μHz 至 200 KHz(斜波), 1 μHz 至 10MHz(任意波), 1 μHz 至 25 MHz(方波), 1 μHz 至 50 MHz(弦波)。默认值为100 Hz。

FREQuency:STARt? [MINimum|MAXimum]

传回频率扫描中的起始频率。

FREQuency:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum }

设定频率扫描中的终止频率。范围由 1 μHz 至 200 KHz(斜波), 1 μHz 至 10MHz(任意波), 1 μHz 至 25 MHz(方波), 1 μHz 至 50 MHz(弦波)。默认值为1000 Hz。

FREQuency:STOP? [MINimum|MAXimum]

传回频率扫描中的终止频率。

FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum }

设定频率扫描中的中央频率。范围由 1 μHz 至 200 KHz(斜波), 1 μHz 至 10MHz(任意波), 1 μHz 至 25 MHz(方波), 1 μHz 至 50 MHz(弦波)。默认值为550 Hz。最小值为 1 μHz, 最大值则受频率跨度及频率最大值限制:

$$\text{MaximumCenterFrequency} = \text{MaximumFrequency} - \text{FrequencySpan}/2$$

FREQuency:CENTer? [MINimum|MAXimum]

传回频率扫描中的中央频率(hertz)。

FREQuency:SPAN{<frequency>|MINimum|MAXimum }

设定频率扫描中的频率跨度。范围由 0 μHz 至 200 KHz(斜波), 0 μHz 至 10MHz(任意

波) , 0 μHz 至25 MHz(方波), 0 μHz 至50 MHz(弦波)。默认值为900 Hz 。最小值为0μHz , 最大值则受频率最大值及中央频率影响, 由下式算出:

$$\text{MaximumFrequencySpan} = 2 \times (\text{MaximumFrequency} - \text{CenterFrequency})$$

-若要向上频率扫描, 频率跨度设定为正值。-若要向下频率扫描, 频率跨度设定为负值。下式为频率跨度与起始频率/终止频率的关

系

$$\text{FrequencySpan} = \text{StopFrequency} - \text{StartFrequency}$$

FREquency:SPAN? [MINimum|MAXimum]

传回频率扫描中的频率跨度(hertz) 。

FSKey: FREquency {<frequency>|MINimum|MAXimum}

设定FSK 的跳跃频率。范围由 1 μHz 至 200 KHz(斜波), 1 μHz 至 10MHz(任意波) , 1 μHz 至25 MHz(方波), 1 μHz 至50 MHz(弦波)。默认值为100 Hz 。

FSKey: FREquency? [MINimum|MAXimum]

传回FSK 的跳跃频率(hertz) 。

FSKey: INTernal:RATE {<rate in Hz>|MINimum|MAXimum }

设定输出波频率在载波频率及跳跃频率间转换的速率 (选择内部讯号源时)。预设 FSK 速率为 10 Hz , 而范围则为2 mHz 至 100 KHz 。

FSKey: INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]

询问FSK 的转换速率。

FSKey: SOURce {INTernal|EXTernal}

设定FSK 的讯号源。默认值为Internal 。

FSKey: SOURce?

询问FSK 的讯号源。传回 "INT"(内部)或 "EXT"(外部)。

FSKey: STATE {OFF|ON}

开启或关闭FSK 调变。默认值为关闭。为避免重复改变波形输出, 可在参数设定后再开启FSK 调变。波形产生器一次只允许一种调变模式。

FSKey: STATE?

传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启)。

FUNCTION:PULSE:HOLD {WIDTH|DCYCLE}

命令波形产生器将脉宽或工作周期固定。固定脉宽时，若接到设定工作周期的指令，工作周期将被转换为相对应的脉宽(sec)。使用PWM时，若固定脉宽，宽度偏移也将被固定。若接到设定工作周期偏移的指令，其值将被转换为相对应的脉宽偏移(sec)。固定工作周期时，若接到设定脉宽的指令，脉宽将被转换为相对应的工作周期(百分比)。使用PWM时，若固定工作周期，工作周期偏移也将被固定。若接到设定脉宽偏移的指令，其值将被转换为相对应的工作周期偏移(百分比)。

FUNCTION:PULSe:HOLD? [WIDTH|DCYCLE]

询问工作周期及脉宽中，何者现为固定而不可变动之值。

FUNCTION:PULSe:WIDTH { <seconds> | MINimum | MAXimum }

设定脉宽(sec)。范围由20 ns 至2000 s。默认值为100 μs。

- 脉宽定义为上升端50%处起至下一个下降端50%止所经过的时间。
- 脉宽最小值为20 ns，最大值为1999.99 s。

脉宽最小值(Wmin) 受到周期限制如下：

- 20 ns, if PulsePeriod ≤ 10s
-
- 200 ns, if 10s < PulsePeriod ≤ 100s
- Wmin = □ μs, if 100s < PulsePeriod ≤ 1000s
- 20 μs, if 1000s < PulsePeriod

指定脉宽必须小于周期与脉宽最小值的差：

$PulseWidth \leq Period - Wmin$

波形产生器必要时会先调整边缘时间(edge time)，然后脉宽，以配合周期。若是远程接口操作，则产生“Setting conflict”之错误，并调整脉宽。

指定脉宽必须小于周期和边缘时间(edge time) 的差：

$PulseWidth \leq Period - (1.6 \times EdgeTime)$

波形产生器必要时会先调整边缘时间(edge time)，然后脉宽，以配合周期。若是远程接口操作，则产生“Data out of range”之错误，并调整脉宽。

指定脉宽必须大于一个边缘的时间：

$$PulseWidth \geq 1.6 \times EdgeTime$$

FUNC:PULS:HOLD 指令决定脉宽与工作周期中何者固定。

FUNCTION:PULSe:WIDTH? [MINimum|MAXimum]

传回脉宽(秒)。

FUNCTION:PULSe:DCYCLE { <percent> | MINimum | MAXimum }

设定脉宽工作周期(百分比)。范围由0% 至 100%。默认值为10%。工作周期受到脉宽最小

值(Wmin) 及边缘时间限制如下:

$$\begin{aligned} \text{DutyCycle} &\geq \text{Wmin} / \text{Period} \times 100\% \\ \text{DutyCycle} &\leq (1 - \text{Wmin} / \text{Period}) \times 100\% \\ \text{DutyCycle} &\geq 1.6 \times \text{EdgeTime} / \text{Period} \times 100\% \\ \text{DutyCycle} &\leq (1 - 1.6 \times \text{EdgeTime} / \text{Period}) \times 100\% \end{aligned}$$

当

$$\begin{aligned} &20 \text{ ns, if PulsePeriod} \leq 10\text{s} \\ &\square \\ &\square 200 \text{ ns, if } 10\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 100\text{s} \\ &\square 2 \mu\text{s, if } 100\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 1000\text{s} \\ &\square 20 \mu\text{s, if } 1000\text{s} < \text{PulsePeriod} \end{aligned}$$

波形产生器必要时会先调整边缘时间(edge time)，然后工作周期，以配合周期。若是远程接口操作，则产生“Data out of range”之错误，并调整工作周期及边缘时间。

FUNCTION:PULSe:DCYCLE? [MINimum|MAXimum]

传回脉冲工作周期(百分比)。

FUNCTION:PULSe:TRANSition {<seconds> MINimum|MAXimum }

设定上升边缘及下降边缘的边缘时间(edge time)(秒)。边缘时间为上升端(或下降端)10%到90%所经过的时间。预设边缘时间值为5 ns，范围由5 ns 至 100 ns。指定的边缘时间必须符合以下条件:

$$\text{EdgeTime} \leq 0.625 \times \text{PulseWidth} \quad \text{EdgeTime} \leq 0.625 \times \text{Period} \times \text{DutyCycle}$$

波形产生器必要时会先调整边缘时间(edge time) 以配合脉宽或工作周期。

FUNCTION:PULSe:TRANSition? [MINimum|MAXimum]

询问边缘时间(edge time)。将传回边缘时间(秒)。

FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent> | MINimum|MAXimum } 设定斜波的symmetry 百分比。symmetry 代表了在一次周期裡波型处于上升状态的时间与周期的比率(以百分比表示)(假设波形极性未反转)。Symmetry 的默认值为100%。注记:

APPLY 指令将盖过现有symmetry 设定，并将symmetry 设为 100%。

symmetry 设定将被记住，下次再使用斜波时即会采用。symmetry 设定并不适用在AM 或 FM 中，使用斜波为调变波的情况下。

FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]

询问symmetry 设定(百分比)。

FUNCTION:SQUare:DCYClE {<percent> | MINimum|MAXimum } 设定方波的工作周期(百分比)。工作周期代表了一个周期内波型位于高电位阶的时间占整个周期时间的百分比 (假定是一未反转的波型)。默认值为 50% 。当频率小于或等于10 MHz 时, 范围由20% 至80% , 当频率大于10 MHz 时, 范围由40%至60% 。注记:

APPLY 指令将盖过现有工作周期设定, 并将工作周期设为 50% 。

z 工作周期设定将被记住, 下次再使用方波时即会采用。

使用AM、 PM、 FM 或 PWM 并采用方波为调变波时, 工作周期必为50%。

z 当指定频率无法配合工作周期时, 波形产生器自动调整工作周期以配合指定频率。远端接口操作将出现“Settings conflict” 错误讯息。

FUNCTION:SQUare:DCYClE? [MINimum|MAXimum]

询问工作周期(百分比)。

FUNCTION USER {<arb name> | VOLATILE} 自五种内建任意波、四种使用者定义波或挥发性内存中现有波中选择一种波形。五种内建任意波名称为 “EXP_RISE” 、 “EXP_FALL” 、 “NEG_RAMP” 、 “SINC” 及 “CARDIAC” 。默认值为 “EXP_RISE” 。使用 “VOLATILE ” 以选择挥发性内存中现有波形。此指令并不输出波形。以FUNCTION USER 指令输出波形。若选择不存在的波形, 则出现“Specified arb waveform does not exist” 错误讯息。

FUNCTION:USER?

询问FUNCTION USER {<arb name> | VOLATILE}指令所选择的波形。

FUNCTION USER

选择任意波并输出用之任意波形。以现行频率、振幅及直流偏移输出选择波形。也可使用APPLY 指令或 FREQ, VOLT, 及 VOLT:OFFS 指令设定频率、振幅及直流偏移。若波形的资料点不占满整个范围, 则振幅最大值将受限制。例如, 内建sinc 波不占满整个范围, 所以振幅最大值受限为6.087 Vpp (负载 50 Ω)。使用任意波为调变波时(“USER”), 波形限制为 4k 点。多于点數将被去除。

FUNCTION?

询问 FUNCTION USER 指令的选项。传回“SIN” 、 “SQU” 、 “RAMP” 、 “PULS” 、 “NOIS” 、 “DC” 及 “USER” 其中之一。

-- I to O ----

I -

***IDN?**

询问仪器之辨識字串。辨識字串含有以逗号分隔的四部分：

制造商名， 型号， 序号， 版码版码又含四部份数字：本体修订版号， 核心修订版号， ASIC 修订版号及印刷电路板修订版号。

-- L --

***LRN?**

询问现有设定的SCPI 指令字串(learn string)。然后在需要回復此状态时，可以将此字串送回给仪器已回復状态。此字串含约 1, 500 字符。为避免仪器错误，先执行 *EST 指令，再将字串送回给仪器。

-- M -

MARKer {OFF | ON} 启动或关闭标记频率(marker frequency)。默认值为关闭。此指令较OUTP:SYNC 指令有优先权，所以启动标记频率时，OUTP:SYNC 指令将被忽略。

MARKer?

询问是否使用标记频率，传回“0” (关闭) 或 “1” (启动)。

MARKer:FREQuency {<frequency> | MINimum | MAXimum} 设定标记频率(marker frequency)。频率扫描达到标记频率时，前面板Sync 接头的讯号转为低电位。范围由 1 μ Hz 至 50 MHz (斜波只达200 kHz、方波只达25MHz，而任意波只达10MHz)。默认值为500 Hz。最小值为起始频率和终止频率中较小的那一个，而最大值为起始频率和终止频率中较大的那一个。标记频率必须介于起始频率和终止频率之间，若指定值超出范围，仪器自动将之调整为起始频率和终止频率中与设定值较接近的一个，远程接口操作将出现“Settings conflict” 错误讯息。

MARKer:FREQuency? [MINimum | MAXimum] 询

问标记频率值。

MEMory:STATE:NAME {0 | 1 | 2 | 3 | 4} [, <name>] 为指定储存地址命名。使用者可自前面板或远程接口为指定储存地址命名，但只能从前面板以所命名称取出资料。名称可含至多12 字符，第一个字符必须是英文字母，其它则可为英文字母、数字或“_”。不可含有空格符。不同地址可以有相同的名称。

MEMory:STATE:NAME? {0 | 1 | 2 | 3 | 4} 询问指定储存地址名称。若此地址未被命名，则传回预设名称。

MEMory:STATE:DELEte {0 | 1 | 2 | 3 | 4} 删除指定储存地址的仪器状态及名称，回复预设名称。

MEMory:STATE:RECall:AUTO {OFF | ON} 关闭或开启在开机时自动读取地址“0”的关机前状态(power-down state) 的功能。默认值为 OFF(关闭)，所以开机时将重设(*RST 指令)机器状态。

MEMory:STATE:RECall:AUTO?

询问是否开启在开机时自动读取关机前状态(power-down state) 的功能。传回 “0” (关闭) 或 “1” (开启) 。

MEMory:STATE:VALid? {0 | 1 | 2 | 3 | 4} 询问指定储存地址是否储存有效的仪器状态。若没有则传回 “0”，若有则传回 “1”。

MEMory:NStates?

询问可用來储存仪器状态的地址数。传回 “5”。

-- 0 --

***OPC**

启动使用标准事件(Standard Event) 缓存器中的操作完成(operation complete) 位(位0)。启动后该位会在所有先前指令完成后设为1。其它指令在该位设为1 前仍可执行。此指令在触发频率扫描及触发丛发的模式下(*TRG) 提供一个检视是否执行完成的方式。

***OPC?**

该指令执行后，系统将会在所有先前指令完成后，回传“1”至输出缓冲区。其它指令必须等该指令执行完成后，才能继续执行。

OUTPut {OFF|ON}

关闭或开启前面板 Output 接头。默认值为OFF(关闭)。开启时Output 键会亮起。

- APPLy 指令将盖过OUTP 的设定，自动开启Output 接头。
- Output 接头收到过大的外来电压时，将自动关闭或。欲重新开启，先移除过大的外来电压，再以此指令开启Output 接头。
- 此指令借着开关输出继电器而改变Output 接头的状态。然而，此指令并不在开关输出继电器前将电位归零。因此，输出讯号在稳定前可能会有些为时约毫秒的“脉冲”。使用者可在改变输出状态前，先将振幅设成最小值(以VOLTage 指令)以减少这些“脉冲”。

OUTPut?

询问Output 接头是否开启。传回 “0” (关闭) 或“1” (开启)。

OUTPut:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum}

选择输出终端。可以是1 Ω 及 10 k Ω 之间的任何值。INF 为高阻抗(high impedance) (>10 k Ω)设定。默认值为 50 Ω 。本指令将影响振幅、直流偏移及高低电位设定。改变输出终端设定时，显示的输出振幅、直流偏移及高低电位也被自动调整，不发出错误讯息。波形产生器有50 Ω 的固定输出阻抗，若实际负载阻抗与此设定值不一样，显示出的振幅、直流偏移及高低电位均非正确值。当输出终端设定为高阻抗时，输出振幅单位不可是dBm， 仪器自动选用Vpp。

OUTPut:LOAD? [MINimum|MAXimum]

询问负载设定。传回一值(Ω)或 “9.9E+37” (高阻抗)。

OUTPut:POLarity { NORMal|INVerted }

对直流偏移反转一波形。默认值为 NORM 。选择 NORM 时，波形在前半周期为正值，反之在 INV 时，波形在前半周期为负值。反转时偏移不变，Sync 也未反转。

OUTPut:POLarity?

询问波形极性。传回“NORM” 或 “INV” 。

OUTPut:SYNC {OFF|ON}

关闭或开启前面板Sync 接头。默认值为 ON。关闭Sync 讯号时，可降低振幅小的时候发生的

输出扭曲。关闭Sync 讯号时， Sync 接头的讯号为低电位。

- 波形反转时， Sync 讯号不反转。
- 频率扫描的MARK 指令优先于此指令。使用标记频率时， OUTP:SYNC 指令被忽略。

OUTPut:SYNC?

询问Sync 接头是否开启。传回 "0" (关闭) 或"1" (开启) 。

OUTPut:TRIGger:SLOPe { POSitive|NEGative}

设定输出"trigger out"讯号的边缘为上升(positive) 或下降(negative) 。此指令执行后， "trigger out"讯号(TTL 兼容之方波)将由后面板的*Ext Trig* 接头输出， 并且该输出之方波会在指定边缘与频率扫描或丛发的起始对齐。 采用 Immediate (内部)触发源(TRIG:SOUR IMM) 时， 波形产生器于Ext Trig 接

头输出一50% 工作周期的方波(在上升边缘作频率扫描触发) 。周期相等于频率扫描时间。 T 采用外部触发源(TRIG:SOUR EXT) 时， 波形产生器关闭 "trigger out" 讯号， 而Ext Trig 接头则用来接收外部触发讯号。 采用Bus 触发源(TRIG:SOUR BUS) 时， 波形产生器在频率扫描起始时， 于Ext Trig 接头输出一脉冲 (脉宽 >1 μ s) 。

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

询问输出"trigger out"讯号的边缘为上升(positive) 或下降(negative) 。传回 "POS"(上升) 或"NEG"(下降) 。

OUTPut:TRIGger {OFF | ON} 关闭或开启触发输出讯号。默认值为OFF。开启时， 在频率扫描或丛发一开始， 后面板的*Ext Trig* 接头将输出一指定边缘的TTL 兼容方波。

OUTPut:TRIGger?

询问触发输出讯号是否开启。传回 "0" (关闭) 或"1" (开启) 。

-- P to Z ----

P --

PHASe {<angle> | MINimum | MAXimum} 调整先前UNIT:ANGL 指令中设定的

相偏移(度或弧度) (不适用于脉冲及杂波)。范围由-360 度至360 度或 -2 π 至 +2 π 弧度。默认值为 0 度。为了改变与已锁定之外來讯号的相位关系，该指令会造成输出波有短暂跳动的现象。此指令与BURS:PHAS 指令中设定的短脉冲相位无关。

PHASe [MINimum | MAXimum] 询

问相偏移(度或弧度)。

PHASe:REFerence

不改变输出，而立即设定零相位参考点。本指令只改变相参考点，不改变PHAS 指令设定的相偏移。

PHASe:UNLock:ERRor:STATe {OFF | ON} 设定当失去相位锁定时是否产生错误讯息。默认值为 OFF(关闭)。开启时若失去相位锁定，将产生“Reference phase-lock loop is unlocked” 错误讯息。仪器关机时将失去此设定。

PHASe:UNLock:ERRor:STATe?

询问是否已开启相锁定错误讯息。

PM:INTernal:FUNCTion

{SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}

设定调变波形。只用于内部调变波源时(PM:SOUR INT)。预设载波为弦波。另外还可选择方波、斜波及任意波，而脉冲、杂波及直流波则不可作为载波。

- SQU: 50% 工作周期的方波。
- RAMP: 100% symmetry 的斜波。
- NRAMP: 0% symmetry 的负斜波。
- TRI: 50% symmetry 的三角波。
- USER: 任意波被限制于4k 点。多出来的点将被去掉。

PM:INTernal:FUNCTion?

询问用于相调变中的调变波。可能的回复为 “SIN”、“SQU”、“RAMP”、“NRAMP”、“TRI”、“NOIS”或 “USER”。

PM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum}

指定调变波的振幅。只用于内部调变波源(PM:SOUR INT) 时。范围为 2 mHz 至 20 kHz 而默认值为 10 Hz。

PM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

询问相调变中的调变波频率。频率值(单位为 hertz) 将被传回。

PM:DEVIation {<peak deviation in degrees>|MINimum|MAXimum}

设定相调变中的相偏移值。相偏移为相调变中载波的最大相偏移量。相偏移的范围为0 至360 度，而默认值为180 度。选择外部讯号为调变波来源时，输出将受限于设定的相偏移值，以及外來波源是否超过±5V 。当外部讯号波源为+5V 时， 输出波将达到最大相偏移值；当外部讯号波源为-5V 时， 输出波将达到最小相偏移值。

PM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

询问相调变中的相偏移值。传回相偏移值(度)。

PM:SOURce {INTernal|EXTernal}

设定调变波源。默认值为INTernal 。选择外部讯号为调变波来源时，输出将受限于设定的相偏移值，以及外來波源是否超过±5V 。当外部讯号波源为+5V 时，输出波将达到最大相偏移值；当外部讯号波源为-5V 时，输出波将达到最小相偏移值。

PM:SOURce?

询问调变波源。传回 "INT"(内部)或 "EXT"(外部) 。

PM:STATe {OFF|ON}

关闭或开启相调变。默认值为OFF(关闭)。为避免重复改变波形输出，可在参数设定后再开启相调变。波形产生器一次只允许一种调变模式。

PM:STATe?

询问是否开启相调变。传回 "0" (关闭) 或 "1" (开启)。

PWM:INTernal:FUNCTion

{SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}

设定PWM 的调变波。预设讯号源为内部讯号源(PWM:SOUR INT)， 波型为弦波。

- SQU: 50% 工作周期的方波。
- RAMP: 100% symmetry 的斜波。
- NRAMP: 0% symmetry 的负斜波。
- TRI: 50% symmetry 的三角波。
- USER: 任意波被限制于4k 点。多出来的点将被去掉。

PULSe:PERiod {<seconds> | MINimum | MAXimum}

设定脉冲周期。预设周期为 1 ms ， 而范围则为200 ns 至 2000 秒。设定之周期值必须大于脉宽和边缘时间加起来的和。必要时波型产生器将先自动调整边缘时间，然后调整脉宽以配合周期。

$$\text{Period} \geq \text{PulseWidth} + (1.6 \times \text{EdgeTime})$$
$$\text{Period} \geq (\text{Period} \times \text{DutyCycle}) + (1.6 \times \text{EdgeTime})$$

输出波形改变时，设定之周期值不受影响。若其值超出后来选用之波形的周期范围，仪器自动调

整为可允许的值，并产生“Settings conflict”错误讯息。

PULSe:PERiod? [MINimum | MAXimum] 询

问脉冲周期。传回脉冲周期(秒)。

PWM:INTernal:FUNCTion?

询问PWM 中采用的调变波形。传回下列其中之一：“SIN”、“SQU”、“RAMP”、“NRAM”、“TRI”、“NOIS”或“USER”。

PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum}

设定PWM 的调变波频率。只用于内部调变波源时(PWM:SOUR INT)。范围由2 mHz 至20kHz 而默认值为10 Hz。

PWM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

询问PWM 的调变波频率。传回频率 (hertz)。

PWM:DEViation {< deviation in seconds>|MINimum|MAXimum}

设定脉宽偏移值。脉宽偏移是指在PWM 中载波的脉宽最大偏移量。预设偏移值为10μs，而范围为0s 至1000s。除此之外，也不能大于载波的脉宽，并受到以下数学式的限制：

$$\begin{aligned} \text{WidthDeviation} &\leq \text{PulseWidth} - \text{Wmin} \\ \text{WidthDeviation} &\leq \text{Period} - (\text{PulseWidth} + \text{Wmin}) \\ \text{WidthDeviation} &\leq \text{PulseWidth} - (1.6 \times \text{EdgeTime}) \\ \text{WidthDeviation} &\leq \text{Period} - \text{PulseWidth} - (1.6 \times \text{EdgeTime}) \end{aligned}$$

其中 Wmin 为脉宽最小值，其值视脉冲周期而定：

$$\square 20 \text{ ns, if PulsePeriod} \leq 10\text{s}$$

□

$$\text{Wmin} = \square 200 \text{ ns, if } 10\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 100\text{s} \square$$

$$\square 2 \text{ } \mu\text{s, if } 100\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 1000\text{s}$$

$$\square 20 \text{ } \mu\text{s, if } 1000\text{s} < \text{PulsePeriod}$$

若选择外部讯号为调变波源时(PWM:SOUR EXT)，调变将受限于所设定的脉宽偏移值，以及外來波源是否超过±5V。当外部讯号为+5V时，结果将输出最大脉宽，而当外部讯号为-5V时，结果则输出最小脉宽。

注记:此指令将受FUNC:PULS:HOLD 指令影响。 FUNC:PULS:HOLD 指令决定在周期变化时，脉宽与工作周期中何者被固定。若固定脉宽，则脉宽偏移也不会改变，若固定工作周期，则工作周期偏移也不会改变。固定一者，则另一值将被转换成相对应的值。

PWM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

询问脉宽偏移值。传回脉宽偏移值(秒)。

PWM:DEVIation:DCYCLE {< deviation in percent>|MINimum|MAXimum}

设定工作周期偏移值。工作周期偏移为PWM 中载波的工作周期最大偏移量。默认值为1%，范围由 0%至 100%。另外，它不可大于载波的工作周期，并受以下限制：

$$\begin{aligned} \text{DutyCycleDeviation} &\leq \text{DutyCycle} - W_{\min} / \text{Period} \times 100\% \\ \text{DutyCycleDeviation} &\leq 100\% - \text{DutyCycle} - W_{\min} / \text{Period} \times 100\% \\ \text{DutyCycleDeviation} &\leq \text{DutyCycle} - (1.6 \times \text{EdgeTime} / \text{Period} \times 100\%) \\ \text{DutyCycleDeviation} &\leq 100\% - \text{DutyCycle} - (1.6 \times \text{EdgeTime} / \text{Period} \times 100\%) \end{aligned}$$

其中 W_{\min} 为脉宽最小值，其值视脉冲周期而定：

$$\begin{aligned} &\square 20 \text{ ns, if PulsePeriod} \leq 10\text{s} \quad \square 200 \\ &\text{ns, if } 10\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 100\text{s} \\ &= \square 2 \mu\text{s, if } 100\text{s} < \text{PulsePeriod} \leq 1000\text{s} \\ &\square 20 \mu\text{s, if } 1000\text{s} < \text{PulsePeriod} \\ &\square \end{aligned}$$

若选择外部讯号为调变波源时(PWM:SOUR EXT)，调变将受限于所设定的工作周期偏移值，以及外來波源是否超过±5V。当外部讯号为+5V时，结果将输出最大脉冲工作周期，而当外部讯号为-5V时，结果则输出最小脉冲工作周期。

注记:此指令将受FUNC:PULS:HOLD 指令影响。 FUNC:PULS:HOLD 指令决定在周期变化时，脉宽与工作周期中何者被固定。若固定脉宽，则脉宽偏移也不会改变，若固定工作周期，则工作周期偏移也不会改变。固定一者，则另一值将被转换成相对应的值。

PWM:DEVIation:DCYCLes? [MINimum|MAXimum]

询问工作周期偏移值。传回工作周期偏移值(百分比)。

PWM:SOURce {INTernal|EXTernal}

设定 PWM 的调变波源。默认值为 internal(内部)。若选择外部讯号源，则载波将被后面版

Modulation In 接头接收的外來波型所调变。此时，调变将受限于所设定的脉宽/工作周期偏移值，以及外來波源是否超过 $\pm 5V$ 。当外部讯号为+5V时，结果将输出最大脉宽/工作周期，而当外部讯号为-5V时，结果则输出最小脉宽/工作周期。

PWM:SOURce?

询问 PWM 的调变波源。传回 "INT"(内部)或"EXT"(外部)。

PWM:STATe {OFF|ON}

关闭或开启PWM。默认值为OFF(关闭)。为避免重复改变波形输出，可在参数设定后再开启PWM。波形产生器一次只允许一种调变模式。

PWM:STATe?

询问是否开启PWM。传回"0"(关闭)或"1"(开启)。

-- R --

***RCL {0 | 1 | 2 | 3 | 4}** 取

出指定地址的仪器状态。

- 开机状态储存于地址0，而地址 1 至 4 在仪器出厂时则是空的。
- 无法自空白地址处取出仪器状态。
- 地址0 永远保留给开机状态。

***RST**

将波形产生器崇设为出厂默认值，与MEM:STAT:REC:AUTO 指令独立运作。不影响已储存的仪器状态、任意波或接口设定。若屏幕显示之前为关闭状态，则将开启屏幕显示。本指令并将中断进行中的频率扫描或丛发。

-- S --

***SAV {0 | 1 | 2 | 3 | 4}** 将现行仪器状

态存入指定非挥发记体中。注记：

- 地址 0 只可自远程接口操作存入资料，无法自前面板操作。
- 原先在內的仪器状态将被盖过。
- 重新开机后，地址 0 将自动回復开机状态。
- 存入任意波的仪器状态后，若后来又将其删除，则失去波形资料。
- 所选择的波型、频率、振幅、直流偏移、工作周期及所有调变参数均随着仪器状态一起存入。

SWEEp:SPACing {LINear | LOGarithmic} 指定频率扫描的间隔方式。默认值为 Linear (线性), 输出波以线性方程式算出之间隔进行频率扫描。在对数频率扫描模式中, 输出波以对数方程式算出之间隔进行频率扫描。

SWEEp:SPACing?

询问频率扫描的间隔方式。传回 "LIN"(线性) or "LOG"(对数)。

SWEEp:TIME {<seconds> | MINimum | MAXimum} 设定频率扫描时间长度。范围由 1 ms 至 500 秒, 而默认值为1 秒。一次频率扫描的频率点数乃是依据频率扫描时间而计算得知。

SWEEp:TIME?

询问频率扫描时间长度。传回频率扫描时间长度(秒)。

SWEEp:STATe{OFF | ON} 关闭或开启频率扫描。默认值为OFF(关闭)。为避免重复改变波形输出, 可在参数设定后再开启频率扫描。波形产生器一次只允许一种调变模式。

SWEEp:STATe?

询问是否开启频率扫描。传回 "0" (关闭) or "1" (开启)。

SYSTem:ERRor?

自错误串中查询并清除一个错误。错误串中最多可放入 20 个错误。错误讯息是以先进先出的方式读取。第一个测得的错误将是第一个被传回的错误。 3400A 在每一次侦测到错误时, 都会发出哔声警告, 且ERROR 灯也会亮起。唯有在错误串中所有的错误都已被读取时, ERROR 灯才会灭掉。

若错误多达20 个以上, 错误串中最后一个错误将被-350, "Queue Overflow" 所取代。除非错误讯息被读取并清除, 否则无法存入新的错误讯息。若错误串中没有错误, 则仪器将传回 "No Error" 。

SYSTem:BEEPer

发出一哔声。

SYSTem:BEEPer:STATe {OFF|ON}

关闭或开启哔声。

SYSTem:BEEPer:STATe?

询问哔声状态。传回"0" (关闭) 或 "1" (开启)。

SYSTem:COMMunicate:RLSTate {LOCAL | REMote | RWLock} 透过LAN 接口的Telnet 或 socket 对话來设定本机操作或远程操作。提供类似于透过GPIB 及 USB 接口以IEEE-488.2 的GTL (Go To Local) 指令所作的功能。默认值为LOCAL， 即将仪器状态设为 *local*，关闭所有指示灯并解除前面板锁定。若选择 REMote， 即将仪器状态设为 *remote*，*remote* 指示灯亮起，并锁住前面板。若选择RWLock， 即将仪器状态设为 *remote with lock*，*rwl* 指示灯亮起，并锁住前面板。

SYSTem:VERSion?

询问现有SCPI 版本。传回“YYYY.V” 之形式。“YYYY” 为年度而 “V” 为版本數。

SYSTem:KLOCK[:STATe] {OFF | ON} 关闭或开启前面板键盘锁定。默认值为OFF (不上锁)。开启 (on) 时，前面板键盘将被锁定。下本指令之前先使用SYST:KLOC:EXCL LOC 指令，可以不锁定Local 键。

SYSTem:KLOCK:EXCLude {NONE | LOCAL} 设定 SYST:KLOC:ON 指令是否涵盖Local 键。默认值为NONE 。

SYSTem:KLOCK:EXCLude?

询问SYST:KLOC:ON 指令是否涵盖Local 键。

SYSTem:SECurity:IMMediate

清除所有仪器状态内存(除了开机参数及校正参数)，并将所有仪器状态重设为*RST 值。此指令清除所有使用者定义波形资料，使用者定义任意波形资料，及使用者定义接口。通常只为安全理由使用此指令，不建议经常使用此指令，以免资料意外遗失。

-- T --

TRIGger

自远程接口作一立即触发。可以此指令触发频率扫描或丛发 (TRIG:SOUR) 。

TRIGger:SOURce {IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS} 设定触发短脉冲模式中的触发源。波形产生器接受软件 (BUS) 触发, 立即(内部)触发, 或来自后面板EXT TRIG 接头的硬件触发。默认值为IMM(内部)。

- Z 选用Immediate (内部) 触发源时, 产生短脉冲的频率值决定于短脉冲周期。
- Z APPLY 指令将触发源设定为IMM。
- Z 选用External (外部) 触发源时, 波形产生器由后面板 *Trig In* 接头接收硬件触发。
- Z 选用Bus (软件) 触发源时, 波形产生器每次收到bus 触发指令时, 均输出一丛发。
- Z 以 *TRG 指令自远程接口作触发。
- Z 选用External (外部)或Bus 触发源时, 丛发数及相位依然有效, 但短脉冲周期将被忽略。
- Z 为了确保选用Bus 触发源时能达到同步, 可先送出 *WAI (wait) 指令。*WAI 指令被执行时, 波形产生器会等所有执行中的指令都执行完毕后, 再执行*WAI 后的指令。例如, 下列指令字串一定会先接受第一个触发, 执行操作后才接受第二个触发。

TRIG:SOUR BUS;*TRG;*WAI;*TRG;*WAI

也可以*OPC (operation complete) 或*OPC? (operation complete query) 指令來指示是否已完成丛发。丛发完成时, *OPC? 指令会传回“1”至输出缓冲区。而*OPC 指令则将 Standard Event register 中的 “Operation Complete” 位(位0) 设为“1” 。启动后该位会在所有先前指令完成后设为1。其它指令在该位设为1 前仍可执行。此指令在触发频率扫描及触发丛发的模式下(*TRG) 提供一个检视是否执行完成的方式。

TRIGger:SOURce?

询问触发源。传回“IMM”(内部) , “BUS”(软件) 或 “EXT” (外部)。

TRIGger:SLOPe {POSitive | NEGative} 指定在上升(positive) 边缘或下降(negative) 边缘触发频率扫描或丛发。默认值为POS。

TRIGger:SLOPe?

询问触发边缘。传回 “POS” (正) 或 “NEG” (负) 。

*TST?

执行波形产生器的自我测试。若测试成功, 传回“0” , 测试失败, 传回“1”。

-- U --

UNIT:ANGLE {DEGREE | RADian} 为BURS:PHAS 指令设定短脉冲起始相位的单位。

默认值为 DEG(度)。前面板操作无法将单位设成弧度。若在使用远程接口设定单位为 " 弧度 " 后改用前面板操作，波形产生器自动将单位换回“度”，并将短脉冲起始相位转换成适当值。

UNIT:ANGLE?

询问短脉冲起始相位的单位。传回短脉冲起始相位的单位“DEG”或“RAD”。

-- V --

VOLTage {<amplitude> | MINimum | MAXimum} 设定输出振幅。最小值为 10mVpp(负载50 Ω)，最大值应为所选波形的振幅最大值，最大为10 Vpp(负载50 Ω)并视所选波形及直流偏移电位而定。

- 输出振幅与直流偏移电位和Vmax 有关：

$$|V_{\text{offset}}| + V_{\text{pp}} / 2 \leq V_{\text{max}}$$

其中 Vmax 为所选输出终端的波峰电位最大值(负载50-Ω下5 volts 及高阻抗下10 volts)。波形产生器将以新设定的振幅为优先，调整直流偏移电位，并产生“Settings conflict”错误讯息。

- Z 输出终端限制：输出终端设定改变时，振幅也自动调整。例如，将输出终端自50 Ω改成高阻抗时，偏移电位将加倍，而影响输出振幅。若输出终端自高阻抗改成50 Ω时，偏移电位将减半。
- Z 输出终端为高阻抗时，输出振幅无法选用dBm 为单位，只能用Vpp。
- Z 对任意波而言，若波形的资料点不占满整个范围，则偏移最大值及振幅将受限制。
- Z 指定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) (章节 3.7)相当于指定振幅与直流偏移 (DC offset) (章节3.6)。例如，如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts，产生的振幅即为 5 Vpp，而直流偏移为 -0.5 V。
- Z 改变振幅时，由于输出衰减器的切换，可能会导致输出波在一些特定电位处产生短暂不稳定的讯号。然而由于振幅均在控制之下，所以输出电位绝不会超出范围。使用者可以 VOLT:RANG:AUTO 指令将自动范围关闭，以防止输出时产生这些不稳定的讯号。
- Z 欲输出直流电位，先以FUNC DC 指令选择直流电位功能，然后以VOLT:OFFS 指令设定直流偏移。直流电位的范围为±5 Vdc (负载50 Ω)，或为±10 Vdc(高阻抗)。

VOLTage? [MINimum | MAXimum] 询问现有波形的输出振幅。传回输出振幅值(单位为VOLT:UNIT 所指定之单位)。

VOLTage:OFFSet {<offset> | MINimum | MAXimum}

设定直流偏移电位。默认值为 0 volt。允许范围视所选波形及振幅而定：

$|V_{\text{offset}}| + V_{\text{pp}} / 2 \leq V_{\text{max}}$ 其中 V_{max} 为所选输出终端的波峰电位最大值(负载50-Ω下5 volts 及高阻抗下10 volts)。波形产生器将以新设定的振幅为优先，调整直流偏移电位，并产生“Settings conflict” 错误讯息。

- Z 输出终端限制：输出终端设定改变时，偏移值也自动调整。例如，将输出终端自 50 Ω 改成高阻抗时，偏移电位将加倍，而影响输出振幅。若输出终端自高阻抗改成50 Ω时，偏移电位将减半。
- Z 对任意波而言，若波形的资料点不占满整个范围，则偏移最大值及振幅将受限制。
- Z 指定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) (章节 3.7) 相当于指定振幅与直流偏移(DC offset) (章节3.6)。例如，如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts，产生的振幅即为 5 Vpp，而直流偏移为 -0.5 V。

VOLTage:OFFSet? [MINimum | MAXimum] 询问现有波形的直流偏移电位。

VOLTage:HIGH {<voltage> | MINimum | MAXimum} 指定高阶电位 (high level)。默认值为+50 mV (所有波形)。高阶电位及低阶电位必须受下式限制：

$$V_{\text{high}} - V_{\text{low}} \leq V_{\text{pp}}(\text{max})$$

$V_{\text{high}}, V_{\text{low}} \leq V_{\text{pp}}(\text{max}) / 2$ 其中 $V_{\text{pp}}(\text{max})$ 为所选输出终端的最大波峰振幅 (负载50Ω为10 Vpp 而高阻抗为20 Vpp)。若指定值超出范围，仪器将自动调整为范围内可允许的最大值，并显示“Data out of range” 错误讯息。

高阶电位必须大于低阶电位，否则仪器将自动调整高阶电位为低阶电位加上1 mV，并显示“Data out of range” 错误讯息。

设定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) 相当于指定直流偏移。例如，如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts，产生的振幅即为 5 Vpp，而直流偏移为 -0.5 V。

输出终端设定改变时，电位值也自动调整。例如，将输出终端自 50 Ω改成高阻抗

时，电位将加倍。若输出终端自高阻抗改成50 Ω时，偏移电位将减半。欲对直流偏移反转波形时，使用 `OUTP:POL` 指令。

VOLTage:HIGH? [MINimum | MAXimum] 询问高阶电位。

VOLTage:LOW {<voltage> | MINimum | MAXimum}

指定低阶电位。默认值为+50 mV (所有波形)。

Z 高阶电位及低阶电位必须受下式限制：

$$V_{high} - V_{low} \leq V_{pp(max)}$$

$$V_{high}, \quad V_{low} \leq V_{pp(max)} / 2$$

其中 $V_{pp(max)}$ 为所选输出终端的最大波峰振幅 (负载50Ω为10 Vpp 而高阻抗为20 Vpp)。若指定值超出范围，仪器将自动调整为范围内可允许的最大值，并显示“Data out of range”错误讯息。

Z 低阶电位必须小于高阶电位，否则仪器将自动调整高阶电位为低阶电位加上1 mV，并显示“Data out of range”错误讯息。

Z 设定高阶电位 (high level) 及低阶电位(low level) 相当于指定直流偏移。例如，如果您将高阶电位设为 +2 volts 而低阶电位为 -3 volts，产生的振幅即为 5 Vpp，而直流偏移为 -0.5 V。

Z 输出终端设定改变时，电位值也自动调整。例如，将输出终端自50 Ω改成高阻抗时，电位将加倍。若输出终端自高阻抗改成50 Ω时，偏移电位将减半。

Z 欲对直流偏移反转波形时，使用 `OUTP:POL` 指令。

VOLTage:LOW? [MINimum | MAXimum] 询问低阶电位。

VOLTage: RANGE: AUTO{OFF | ON | ONCE} 关闭或开启电位自动范围设定。默认值为ON，即仪器自动为amplifier and attenuators 寻找最适设定。自动范围设定为OFF 时，即采用现有设定。“ONCE”参数开启电位自动范围设定，寻找最适设定，即关闭电位自动范围功能。APPLY 指令优先于此指令，开启电位自动范围设定。改变振幅的时候，由于输出衰减器的切换，可能会导致输出波在一些特定电位处产生短暂不稳定的讯号。然而由于振幅均在控制之下，所以输出电位绝不会超出范围。您可关闭自动选取范围功能，以防止此种情形发生。

VOLTage: RANge:AUTO?

询问是否开启电位自动范围设定。传回“0”（关闭）或“1”（开启）。

VOLTage:UNIT {VPP | VRMS | DBM} 设定输出振幅的单位。默认值为 VPP 。远程接口与前面板均使用相同的单位。若在APPLY 或VOLT 指令无设定单位，则仪器使用此指令设定的单位。但输出终端为高阻抗时，振幅单位无法使用dBm，将自动采用。

VOLTage:UNIT?

询问输出振幅的单位。传回“VPP”、“VRMS”或“DBM”。

-- W --

***WAI**

*WAI 指令被执行时，波形产生器会等所有执行中的指令都执行完毕后，再执行*WAI 后的指令。

B.4 SCPI 兼容信息

3400A 的指令虽然不在SCPI 标准的1999.0 版内，但其语法均按照 SCPI 格式。3400A 还有支持其它指令并未在此手册列出，其中大部分的指令已被手册提及的指令所涵盖。

B.5 IEEE-488兼容信息

以下为用于3400A 的一般SCPI 指令：

```
*CLS *ESE<NRf> *ESE? *ESR? *IDN? *LRN? *OPC *OPC? *PSC {0|1}
*PSC?
*RCL<0 | 1 | 2 | 3 | 4> *RST
*SAV<0 | 1 | 2 | 3 | 4> *SRE<NRf> *SRE?
```


*STB? *TRG *TST? *WAI

B.6用 Device Clear 停止测量

Device clear 为IEEE-488 低阶汇流排讯息，用来将波形产生器回复为等待的状态。各种不同的程序语言和 IEEE-488 适配卡均以自己的方式提供了这种能力。当收到 device clear 讯息时，状态缓存器、错误串及所有设定状态都保持不变。Device clear 执行以下任务：

所有进行中的频率扫描或短脉冲均停止。触发状态回到闲置“idle state.”状态 清除电表的输入和输出缓冲区。电表准备接受新的指令字串。所有执行中的指令均会被终止，而不发出“Operation Complete”的讯息。电表的DTR (data terminal ready) 线会在device clear 后设成true 。参阅“DTR/DSR Handshake Protocol, ”。

C. 仪器规格

item	Limitation & description
Power Supply Voltage	100V/240V 50Hz~60Hz
	100V/120V 400Hz
Power Requirements	50 VA Maximum
Operating Humidity	1) 0 °C/30%RH 2) 18 °C/40%RH 3) 23 °C /40%RH 4) 28 °C/40%RH 5) 35 °C/80%RH 6) 50 °C/30%RH
Operating Environment	0 to 55 °C
Storage Temperature	- 40 °C to 70 °C
Operating Altitude	Up to 2000m
Bench Dimensions (WxHxD)	224mm x 107mm x 380mm
Weight	4.08 kg

Safety	IEC61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2 nd Edition) UL61010-1:2004
EMC	EN61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003 EMI: CISPR 11:1997+A1:1999+A2:2002 Class A IEC61000-3-2:2000 IEC61000-3-3:1994+A1:2001 EMS: IEC61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2000 IEC61000-4-3:2002 IEC61000-4-4:2004 IEC61000-4-5:1995+A1:2000 IEC61000-4-6:1996+A1:2000 IEC61000-4-8:1993+A1:2000 IEC61000-4-11:1994+A1:2000

D. 应用程序范例

此章节提供3400A 一些样品程序的简短说明。

Visual Basic

学习如何以Visual Basic 样品程序做出及使用ARRAY IOUtils 组件，控制，资料读取等。请参阅Visual Basic: Explore the Samples 得知全览和安装细节。

Visual C++

在 MFC 应用程序上，使用者可盖过ARRAY IOUtils 接口和提供额外的接口。以下例子说明这些用法。详见Visual C++ DEVQUERY 应用程序范例.I

使用 **MEASure?** 作单一测量下例为一使用 **MEASure?** 指令作单一直流电流测量的例子。这是以程序指示电表作测量中最简单的一种方法。然而， **MEASure?** 却不具太多弹性。此例为 Visual Basic

应用程序制作以下法用 Visual Basic 写一程序:

1. 作一新的Standard.EXE project.
2. 将startup object 设定为 Sub Main
3. 加入 New Module, 并宣告 Sub Main().

如何改变一个应用程序的**Startup Object** 一个 project 的 Startup Object property 定义了应用程序的进入点。一般而言,这是应用程序的main form 或是 Sub Main 起始程序。因为 Class Libraries 没有进入点,它们的这个 property 的唯一选择为 (None).

对于窗口应用程序projects, 只有forms 或是具有 Public Sub Main 程序的classes 才有 Startup objects 。另外也可勾选Startup with custom Sub Main; 如此, 你必须完成其Sub Main 程序。

※ 附注: 当使用custom Sub Main 程序为Startup object, 应用程序事件(Startup, Shutdown, StartupNextInstance, 和UnhandledException) 不会被执行。Startup Object property 可在 Project Designer 之Application pane 中设定。如何改变

startup object

1. 在Solution Explorer 中选择project, 于Project 选单中点选 Properties 。
2. 选择Application pane 。
3. 从Startup object drop-down 清单中选择一个Startup object 。

设定窗口应用程序之**startup object** 为 **Sub Main**

1. 在Solution Explorer 中选择project, 于Project 选单中点选 Properties 。
2. 选择Application pane 。
3. 勾选Startup with custom Sub Main 。
4. 从Startup object drop-down 清单中选择Sub Main 。

LISTING D.1. MEASure.bas— 在Sub Main FUNCTION 中加入起始程序。

```
Sub Main()    Dim 3400A As Object    Dim Rdg as Double

    ' To assign an object reference using CreateObject
    Set 3400A = CreateObject("ARRAY.IOUutils")

    ' Address String Grammar for ResourceName Parameter

    ' USB[board]::manufacturer ID::model code::serial number[:USB interface
number]][:INSTR]    ' or    ' GPIB0::22    3400A.Connect =
"USB::5710::5100::tw00000001"

    3400A.Output = "*RST" ' Reset 3400A 3400A.Output = "*CLS" ' Clear 3400A
status registers3400A.Output = "MEASURE:CURRENT:AC? 1A, 0.001MA" ' Set to 1
amp ac range

    Rdg = 3400A.Input    Debug.Print Rdg

    ' Unload Object3400A.Close    Set 3400A = Nothing
End Sub
```

使用CONFigure 作数学运算

下面的例子用Visual Basic 执行CONFigure 作 dBm 的数学运算。CONFigure 指令比MEASure? 有更多写程序的空间。它可以逐步更改电表的组态。.

产生应用程序:

1. 产生一个新的Standard .EXE project 。
2. 设定窗口应用程序的 startup object 为Sub Main 。
3. 加新的Module 并宣告Sub Main()。

LISTING D.2. 执行CONFIGure 的范例。

```
Sub Main() Dim 3400A As Object Dim Rdgs(1 To 5) As Double Dim i As Integer
' Array Index

' To assign an object reference using CreateObject
Set 3400A = CreateObject("ARRAY.IOUtils")

' Address String Grammar for rsrcName Parameter 3400A.Connect =
"USB::5710::5100::tw00000001" ' USB[board]::manufacturer ID::model
code::serial number[:USB interface ' number][::INSTR]o

3400A.Output = "*RST" ' Reset 3400A 3400A.Output = "*CLS" ' Clear 3400A
status registers3400A.Output = "CALC:DBM:REF 50" ' 50 ohm reference resistance
3400A.Output = "CONF:VOLT:AC 1, 0.001" ' Set 3400A to 1 amp ac range 3400A.Output
= "DET:BAND 200" ' Select 200 Hz (fast) ac filter3400A.Output = "TRIG:COUN 5"
' 3400A will accept 5 triggers3400A.Output = "TRIG:SOUR IMM" ' Trigger source
is IMMEDIATE3400A.Output = "CALC:FUNC DBM" ' Select dBm function3400A.Output
= "CALC:STAT ON" ' Enable math3400A.Output = "READ?" ' Take readings; send to
output buffer Rdgs = 3400A.Input

For i = LBound(Rdgs) To
UBound(Rdgs)
Debug.Print Rdgs(i)
Next i

End Sub
```

使用状态缓存器

下面的例子 (Visual Basic) 说明如何使用电表的状态缓存器来决定指令是否完成。产生应用程序

1. 产生一个新的Standard .EXE project 。
2. 如图C.1. 安排Form1 。

3. 如表 C.1 设定各控制组件之properties 。

加入控制组件此应用程序之控制组件如图D.1 所示。当使用者点选Start Readings 按键，此程序将设定电表在完成讀值后回传一个SRQ 事件。

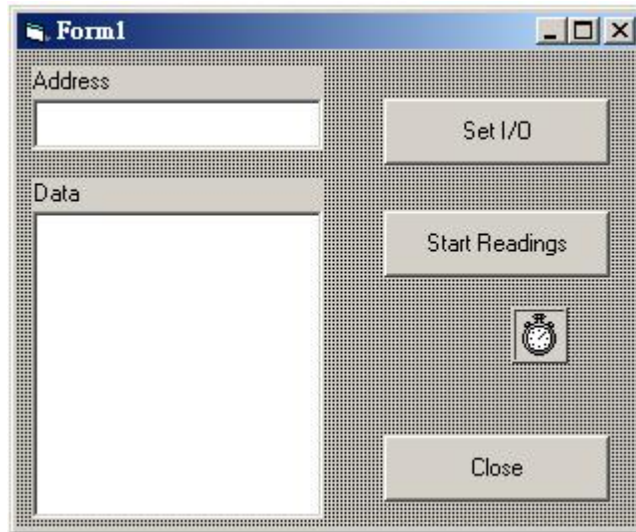


FIGURE D.1. 这一应用程序使用的控制组件。 **TABLE D.1.** 应用程序对话框中控制组件的PROPERTY 设定。

<i>Object</i>	<i>Property</i>	<i>Setting</i>
Command Button	NameCaption	cmdSetIO Set I/O
Command Button	NameCaption	cmdStartReading Start Readings
Command Button	Name Caption	<i>cmdClose</i> Close
<i>Object</i>	<i>Property</i>	<i>Setting</i>
Label	Name	lblAddress
	Caption	Address
Label	Name	lblData

	Caption	Data
TextBox	Name	txtAddress
TextBox	Name txtData MultiLine True	
Timer Timer1 tmrPollForSRQ		
Interval	1000	
Enabled	False	

LISTING D.3. 执行SRQ 及Fetch 的范例。

```

Dim 3400A As New IOUtils Dim statusValue As ByteDim numberReadings As Long

Private Sub cmdClose_Click() ' Command Button 1 Unload Me End Sub

Private Sub cmdSetIO_Click() ' Command Button 2

' Set the io control address to the text box address ' we do this so the user can change
address in text box ' and it will be reflected in the dialog txtAddress.Text =
"GPIB0::22:INSTR" 3400A.Connect = txtAddress.Text

' Put the address from the communication dialog in text box txtAddress.Text
= 3400A.Address End Sub

Private Sub cmdStartReading_Click() ' Command Button 3 ' Call the routine that sets up the
meter

cmdStartReading.Enabled = False

startReadings

cmdStartReading.Enabled = True End Sub

```



```

        End If

        Exit Sub

pollerror: Debug.Print "No SRQ yet, Poll error = "; Err.Description

End Sub

Private Sub ReadData()' Once the SRQ is detected, this routine will ' get the data from
the meter ' Called by: PollForSRQTimer_Timer ' Dim readings() As Double Dim
i As Long

        On Error GoTo ReadDataError

        ' dimension the array for the number of readings

        With 3400A .Output = "Fetch?" ' Query for the data in memory readings = .Input
        ' get the data and parse into the array
        End With

        ' Insert data into text box txtData.Text = "" For i = 0 To UBound(readings)
        txtData.SelText = readings(i) & " Vdc" & vbCrLf
        Next i

        Exit Sub

ReadDataError: Debug.Print "ReadData Error = "; Err.Description

End Sub Private Sub Form_Terminate()

        On Error Resume Next

        Set 3400A = Nothing

End Sub

```

C++ DEVQUERY 应用程序范例

这一个C 应用程序范例是一个Win32 console 应用程序。它说明了如何使用ARRAY IOUtils COM. 一个Win32 console 应用程序只使用文字型式的输入和输出。

制作应用程序

1. 产生一个新的Win32 Console Application project, 取名为 DEVQUERY.
2. 在AppWizard 的最后一步设定此 project 为一 simple application 。

LISTING D.4. DEVQUERY 应用程序范例。

```
// DEVQUERY.cpp : Defines the entry point for the console application.
//

#include "stdafx.h"

//Purpose: To illustrate the use of the automation layer in a C++ program //without the
use of smart COM pointers. (In general I would advise using smart //pointers but this example
will allow the use of the automation layer without them.//Note that this is a C++ program
and not C, that is we use class structures, however//it is 'bare bones' in the sense we
use COM calls directly and no smart pointers)//

//standard include for a Microsoft Visual C++ project
#include "stdio.h"

//need for COM
#include "windows.h"
#include "comdef.h"

//This is the 'Automation' object (COM class). It contains the IIOManger interface
//below

const CLSID CLSID_ARRAYIOUtils = {0xCF1DC41A, 0x5E37, 0x455E, {0xA3, 0x88, 0x17, 0xB9, 0x20,
```

```
0x14, 0x04, 0xB1}}};
```

```
//The IIO allows the opening of a device using its address in the 'ConnectToInstrument' function.  
The IO //class above exports this//COM interface.
```

```
Continued on next page
```

```
//The IIO function 'ConnectToInstrument' will return the IIO interface  
//this is an instance of the instrument.
```

```
const IID_IIOUtils={0x3E0AC3A2, 0xB527, 0x4741, {0x8D, 0x3E, 0x83, 0xC8, 0x13, 0x59, 0xA5,  
0xC6}}};
```

```
//The following are the definitions needed to program the instrument. They //can  
be placed in a header file for but are shown here to allow ease of//perusal
```

```
/******//This  
definition is to complete the IIO interface below. You needn't use this interface directly  
to//communicate with instrumentsextern "C" {
```

```
interface IIOUtils : IDispatch { STDMETHODCALLTYPE (Count)(short *pVal); STDMETHODCALLTYPE (TimeOut)(short  
*pVal); STDMETHODCALLTYPE (TimeOut)(short newVal); STDMETHODCALLTYPE (Open)(void); STDMETHODCALLTYPE  
(Close)(void); STDMETHODCALLTYPE (Refresh)(void); STDMETHODCALLTYPE (Index)(short newVal);  
STDMETHOD (Index)(short *pVal); STDMETHODCALLTYPE (Output)(BSTR newVal); STDMETHODCALLTYPE  
(Input)(BSTR *pVal); STDMETHODCALLTYPE (Address)(BSTR *pVal); STDMETHODCALLTYPE (Query)(BSTR  
newValue, BSTR *pVal); STDMETHODCALLTYPE (ErrFlag)(long *pVal); STDMETHODCALLTYPE (Connect)(BSTR  
newVal);  
};
```

```
//extern
```

```
"C"/******/
```

```
int main(int argc, char* argv[])
```

```
{ IIOUtils *IIO; //The IO we'll be using to get to the instrument HRESULT hr; //check return  
values for failure
```

```
    _variant_t myCmd; _variant_t myResult; _bstr_t myInstrument, strTmp; BSTR bstr;  
    printf("Start CExample program. We assume a 3400A multimeter on  
        USB::5710::5100::tw00000001\n\n");
```

```
    //Initialize COM  
    CoInitialize(NULL);
```

```
    //Create the ARRAY IOUtils component hr =  
    CoCreateInstance(CLSID_ARRAYIOUtils, NULL, CLSCTX_INPROC_SERVER,  
    IID_IIOUtils  
        , (LPVOID *)&IIO); if FAILED(hr) {  
        printf("CoCreateInstance  
        failed\n"); return 0; }  
}
```

```
Continued on next page
```

```
    //Connect String
```

```
myInstrument="USB::5710::5100::tw00000001";
IIO->Connect(_bstr_t(myInstrument));
IIO->Address(&bstr);

printf("%s\n", (char *)_bstr_t(bstr));IIO->Output(_bstr_t("*IDN?\n")); IIO->Input
(&bstr); printf("%s\n", (char *)_bstr_t(bstr));IIO->Output(_bstr_t("READ?\n"));
IIO->Input (&bstr); printf("%s\n", (char
*)_bstr_t(bstr));IIO->Close();IIO->Release();

//Uninit so COM is exited clean.
CoUninitialize();
return 0;

}
```